



Centre
de coopération
internationale
en recherche
agronomique
pour le
développement

Département
des systèmes
agroalimentaires
et ruraux
CIRAD-SAR

Unité
de recherche
génie
et technologies
agroalimentaires

5035
rue J.-F. Breton
34090 Montpellier
Cédex 1
France
Téléphone :
061 57 33
Télécopie :
061 12 23
Fax :
061 221 F

SIRET
96 270 00172
Paris B
96 270

JOURNEES DE SEPTEMBRE - CIRAD/SAR

ATELIER POST-RECOLTE

1er septembre 1992

- Liste des participants
- Programme
- Synthèse
- Communications

Octobre 1992

Jean-François CRUZ

Dany GRIFFON

ATELIER POST-RECOLTE

1er septembre 1992

Liste des Participants

Liste des Participants

AYMARD Christian	SAR / GTAA
BAREL Michel	IRCC
BERGERET Alain	SAR /
BOHUON Philippe	SAR / GTAA
BRICAS Nicolas	SAR / P3
BRIDIER Bernard	SAR / P3
BRU Christian	SAR
CHALLOT François	MITECH
CHEYNS Emmanuelle	SAR
CHUZEL Gérard	SAR (Colombie)
COLLIGNAN Antoine	SAR / GTAA
CRUZ Jean-François	SAR / GTAA
DEBOIN Jean-Marc	SAR
DEVAUTOUR Hubert	SAR (Cameroun)
DUMAS Jean-Claude	SAR / GTAA
DUFOUR Dominique	SAR (Colombie)
FAURE Jacques	CA / Techno
FERRE Thierry	SAR / ISAA
GIROUX François	SIARC
GRIFFON Dany	SAR / DP
GOLI Thierry	TRIAL
GUILBERT Stéphane	SAR
HAVARD Michel	SAR / GAM
HEBERT Jean-Paul	SIARC
KLEENE Paul	SAR (Burkina)
LAFOND Marie-Dominique	SAR/DOC
LAHON Marie-Christine	SAR / GTAA
LANNES Gilbert	SAR / CEEI
LOPEZ Elisabeth	SAR / ISAA
MAROUZE Claude	SAR / CEEI
MAS Léandre	SAR
MESTRES Christian	CA / Techno
MONNIER Jacques	SAR
MORENO Augusto	SAR (Amérique Latine)
MOUQUET Claire	SAR / GTAA
PALLET Dominique	Sté GAUTHIER
PELLECUER Monique	SAR /Ed
PONS Brigitte	CA / Techno
REYNES Max	IRFA
RIVIER Michel	SAR / CEEI
SILVESTRE Abraao	SAR/ ISAA
THAUNAY Patrice	SAR / CEEI
THEMELIN André	SAR / GTAA
THIEBAUT M.	SAR (Stagiaire)
THUILLIER Claire	SAR / ISAA
VAITILINGOM Gilles	SAR /CEEI
VIRICELLE Edmond	SAR / Sénégal
WACK Anne-Lucie	SAR / GTAA
ZAKHIA Nadine	SAR / GTAA

ATELIER POST-RECOLTE

1er septembre 1992

PROGRAMME



Systèmes Agro-alimentaires et Ruraux

CIRAD-SAR

Mardi 1er septembre 1992

Atelier "POST-RECOLTE et lères TRANSFORMATIONS"

L'objectif principal de cet atelier est de faire le point sur les opérations de Recherche Développement en technologie post-récolte dans lesquelles le CIRAD/SAR est impliqué.

Les objectifs particuliers visent à:

- dresser le bilan des expériences passées et des acquis.
- analyser les principales actions en cours
- définir les orientations des travaux post-récolte à conduire en coopération par le CIRAD/SAR
- réfléchir à l'avenir du post-récolte et des lères transformations au sein du CIRAD

Les expériences de terrain seront particulièrement prises en compte pour favoriser la remontée des thèmes de Recherche Développement et identifier les partenaires en coopération.



CIRAD-SAR

Systèmes Agro-alimentaires et Ruraux

ATELIER "POST-RECOLTE et 1ères TRANSFORMATIONS"

Mardi 1er septembre 1992

PROGRAMME PREVISIONNEL

8h30 Introduction et présentation de la journée D.GRIFFON

Post Récolte des grains (céréales et autres graines)

9h00 La technologie des céréales au CIRAD/C.A. J.FAURE

9h10 "Historique" du programme "mécanisation
post-récolte" J.F.CRUIZ

9h30 1ères transformations des grains (riz, mil/
sorgho) J.F.CRUIZ

9h50 Séchage du riz (optimisation du procédé) A. THEMELIN

10h10 Post-récolte des céréales au SENEGAL M. HAVARD

10h30 / 11h00 : PAUSE

11h00 Les actions communes Recherche/industrie
(GAUTHIER) D.PALLET

11h20 Technologie post-récolte du café/cacao M.BAREL

11h40 Transformation du Néré T.FERRE

12h10 Marchés urbains en Afrique et demande en
céréales N.BRICAS

12h30 / 14h00 REPAS

Post récolte des produits humides

14h00 Conservation du poisson séché
(Application au Mali) N. ZAKHIA

2.

14h20 Conservation de l'oignon (Nord-Cameroun) H. DAVAUTOUR -

14h40 Conservation en frais du manioc
(Expérience du CIAT) D. DUFOUR

15h00 Valorisation du manioc en Amérique latine G. CHUZEL

15h30 / 16h00 **PAUSE**

16h00 / 18h00 : "Table ronde" : Débats, perspectives ...

ATELIER POST-RECOLTE

1er septembre 1992

SYNTHESE

Synthèse

ATELIER POST-RECOLTE

(1er septembre 1992)



entre
e coopération
internationale
n recherche
gronomique
our le
éveloppement

épartement
es systèmes
ro alimentaires
ruraux
IRAD-SAR

nité de recherche
nie et technologies
ro alimentaires

C'est la notion de post-récolte au sens large qui a été prise en compte et donc le domaine de la Technologie Agroalimentaire qui a été abordé. Pour qu'il n'y ait pas confusion dans les termes, il a été précisé d'emblée que cette Technologie couvrirait le Post-récolte au sens anglosaxon de post-harvest (opérations de conditionnement, stabilisation et stockage), puis les premières transformations et, enfin, les secondes transformations.

L'atelier a rassemblé une quarantaine de participants.

Des exposés ont été présentés par des chercheurs du CIRAD/SAR avec la participation de chercheurs d'autres départements du CIRAD qui travaillent dans le domaine de la technologie agroalimentaire.

Les communications (au nombre de 13) ont porté sur:

les produits secs (céréales, légumineuses) (8)
les produits humides (tubercules, fruits et légumes, poisson)(5)

Les interventions ont été suivies d'une large discussion d'où il ressort que les enjeux sont maintenant connus:

- **NOURRIR LES VILLES** face à l'explosion démographique. Cet enjeu reste le principal; Il fait d'ailleurs l'objet d'un programme spécifique du SAR

Valoriser la spécificité fonctionnelle des produits agricoles tropicaux dans un contexte de mondialisation des échanges et face aux risques d'une marginalisation des productions tropicales par le développement des biotechnologies.

- Contribuer à la diversification des emplois et des revenus dans les campagnes pour assurer la stabilité du monde rural.

Face à ces grands enjeux, le CIRAD et le CIRAD/SAR ont des éléments de réponse. Les compétences du Cirad dans le domaine de l'Agroalimentaire vont jusqu'au consommateur; et cela en phase avec le projet d'entreprise. On ne peut cependant couvrir tout les domaines. Des choix sont donc nécessaires.

Les participants ont pris la décision de s'organiser pour préciser des priorités liées à ces grands enjeux

Ils ont décidé d'axer leurs réflexions sur les 5 thèmes suivants:

77,
venue du Val
Montferrand
5035
032 Montpellier
ince
éphone :
61 57 33
écopie :
61 12 23
ex :
5221 F

COMMENT ASSURER OU GARANTIR LA QUALITE DES PRODUITS COMMERCIALISES JUSQU'AU CONSOMMATEUR ?

- Qualité sanitaire, technologique, commerciale
- Perception de la notion de Qualité par les différents acteurs

COMMENT FAVORISER LES TRANSFERTS SUD-SUD DES PRODUITS ET DE LEUR TECHNOLOGIE

Elaboration de- Produits nouveaux en tenant compte:

- des- Innovations technologiques
- de la - Richesse des savoir-faire

COMMENT REpondre AU CHANGEMENT D'ECHELLE POUR ASSURER UNE CONSOMMATION DE MASSE

Cette réflexion portera tant sur les aspects

- Technique
- qu' - Economique
- et - Organisationnels

COMMENT CHOISIR LES OBJETS DE RECHERCHE EN PARTENARIAT

- Démarche de l'innovation
- Démarche de la conception technique

QUELLES ORIENTATIONS DOIVENT PRENDRE LES RECHERCHES EN POST-RECOLTE ET PREMIERE TRANSFORMATION AU CIRAD

- Pour mieux valoriser les acquis
- et proceder à une démarche **prospective**

Les 3 premiers thèmes ont été jugés prioritaires , tant par les participants du SAR que des autres départements CIRAD.

La volonté de traduire ces priorités en projets de terrain a été affirmée.

ATELIER POST-RECOLTE

1er septembre 1992

COMMUNICATIONS

Post récolte des grains (céréales et autres graines)

"Historique" du programme "mécanisation post-récolte"	J.F. CRUZ
1ères transformations des grains (riz, mil/sorgho)	J.F. CRUZ
Séchage du riz (optimisation du procédé)	A. THEMELIN
Post-récolte des céréales au SENEGAL	M. HAVARD
Les actions communes Recherche/Industrie (GAUTHIER)	D. PALLET
Technologie post-récolte du café/cacao	M. BAREL
Transformation du Néré	T. FERRE
Consommation alimentaire en Afrique	N. BRICAS

Post récolte des produits humides

Conservation du poisson séché (Application au Mali)	N. ZAKHIA
Conservation en frais du manioc	D. DUFOUR
Valorisation du manioc en Amérique Latine	G. CHUZEL

ATELIER POST-RECOLTE

1er septembre 1992

"Historique" du programme "mécanisation post-récolte"

J.F. CRUZ



Historique du programme "MECANISATION POST-RECOLTE"

(J.F. CRUZ)

Le programme concerne les différentes séquences du système post-récolte : Opérations de conditionnement (Battage, Egrenage, Nettoyage), de stabilisation (Séchage, Ventilation...) de conservation (Stockage, Conditionnement...) et de 1ère transformation (Décorticage, mouture, usinage...). Le champ est ouvert à toutes les productions, mais, faute de moyens, couvre en priorité les grains (céréales, légumineuses) qui constituent une des principales sources alimentaires dans les PED.

I) ORIGINE (Contexte général de la création du programme)

Pour réduire le déficit alimentaire de nombreux pays des régions tropicales, les politiques agricoles ont longtemps concentré leurs efforts sur l'intensification de la production agricole par le développement de diverses techniques : amélioration variétale, utilisation d'intrants (engrais, pesticides...), amélioration des techniques culturales et de la gestion de l'eau, développement de la mécanisation, etc..

Augmenter la production pour l'ajuster globalement à la demande alimentaire est insuffisant car c'est oublier que tout ce qui est produit n'est pas directement consommé par l'homme ou par les animaux qu'il élève. Une grande part de la récolte peut, en effet, être perdue au cours de la période qui sépare le produit "au champ" de sa transformation en aliment.

Cette prise de conscience de l'importance des problèmes post-récolte s'est surtout affirmée à la suite des grandes sécheresses qui ont frappé certaines régions du continent Africain au cours de la décennie 1970-80. Ainsi, en 1975, une résolution de l'ONU se donnait pour objectif ambitieux la réduction de 50% des pertes après-récolte en 10 ans. C'est suite à cette initiative qu'a, notamment, été créé le programme de prévention des pertes après-récolte de la FAO (P.F.L.: Prevention of Food Losses).

Le CEEMAT a commencé à aborder ce domaine dès 1970 en créant un programme de "mécanisation post-récolte des grains".

II) PREMIERE PHASE (Décennie 70)

A l'origine, le programme avait pour principal objet le perfectionnement des techniques de stockage au niveau des Offices Céréaliers des pays africains francophones par conception améliorée des magasins de stockage en sacs et la promotion du stockage en vrac.

Les activités du programme étaient naturellement orientées vers cette priorité.

Rédaction d'un manuel de "Conservation des produits agricoles tropicaux "

Organisation de stages de formation aux techniques de stockage en vrac

Etudes de stockage à la demande de divers bailleurs de fonds (FAC ou FAO) :

- Etudes sur les techniques de stockage des grains (Cap Vert, Cote d'Ivoire, Sénégal, Togo, Sao Tomé, Ghana, Kenya, Ouganda, Tanzanie ...)
- Participation aux projets FAO d'amélioration des techniques de Stockage en Afrique de l'Ouest.
- Etudes des Stocks de Sécurité de Grains (Pays du Sahel, Haïti)
- Etudes sur l'amélioration du Stockage villageois (Afrique de l'Ouest et Amérique du Sud)
- Etudes d'Equipements de fermes semencières (Togo, Cameroun, Guinée)

Diverses installations ont, ainsi, été réalisées:

- Centres de Stockage et de petit usinage du riz (Togo)
- Centres de Conditionnement de semences (Haïti)
- Centre de Conditionnement de Cacao (Sao Tomé)
- Séchoir à maïs avec brûleur à rafles (Comores)
- Centre de Stockage Coopératif des Grains (Nicaragua)

II) DEUXIEME PHASE (Décennie 80)

2.1. Evolution du contexte

Au cours de la décennie 80, le contexte dans lequel se développait le programme a changé pour les diverses raisons suivantes:

1°) La faible évolution des techniques de stockage centralisé dans les pays tropicaux d'Afrique - le stockage en vrac n'a pas connu le développement escompté - et les nombreuses difficultés qu'ont rencontré les Offices Céréaliers (problèmes d'organisation , de gestion,..) ont fortement diminué les besoins en expertise dans ce domaine.

2°) Le désengagement des Etats dans de nombreux secteurs de l'activité agricole a permis le développement de l'initiative privée (producteurs, groupements de producteurs, artisans,...) notamment dans le domaine de la transformation des grains.

3°) A la demande des Organismes de Tutelle, le CEEMAT a été incité à développer davantage d'actions de Recherche et de Recherche Développement.

Pour répondre à cette nouvelle demande, Le programme a, ainsi, complété ses actions traditionnelles de formation d'information et d'expertise par diverses actions de recherche intégrant notamment les problèmes de première transformation.

2.2. Activités principales

Information-Formation:

- Rédaction de Manuels didactiques pour différents Organismes d'assistance technique (Ministère Français de la Coopération, FAO, BIT) (*)
- Réalisation, tous les 2 ans, d'un Stage de formation aux techniques de l'Après -Récolte des Grains (100 cadres des PED formés en 8 sessions)
- Participation aux sessions de formation CNEARC (ESAT, EITARC..), SIARC, CIEPAD..

Appui Technique

Missions d'expertise pour le compte du FAC, de la CEE, de la Banque Mondiale, et surtout de la FAO (Divisions Agricultural Engineering et Prévention des Pertes Après-Récolte), pour la formulation ou l'évaluation de projets et la petite ingénierie.

Etudes et Recherches

Les premières actions de recherches ont d'abord concerné les problèmes de stockage pour intégrer, ensuite, les thèmes "séchage" et surtout "1ère transformation des céréales:

- Stockage sous Atmosphères modifiées (stockage sous vide, stockage en confiné).
- Etude des Transferts de chaleur et d'humidité dans les Cellules métalliques sous climat tropical.

Les principaux programmes de Recherche réalisés ou en cours sont:

- Etude d'une unité semi industrielle d'usinage du riz:
- Modélisation et conception d'un séchoir à céréales.
- Conception d'une unité artisanale de décortilage des céréales locales
- Etude de divers principes d'égrenage du mil chandelle
- Etude du décortilage du fonio
- Amélioration des techniques de séchage du riz (Camargue)

Les projets actuels de Recherche-Développement concernent l'implantation de minirizeries dans différentes régions du monde (Madagascar, Nouvelle Calédonie, Sénégal) et la diffusion d'unités artisanales de décortilage des mils et sorghos.

III) RELATIONS EXTERNES

3.1. Principaux partenaires

Les diverses activités du programme sont menées en collaboration avec les nombreux partenaires.

En premier lieu, les partenaires des pays en développement et principalement les Centres de Recherches Nationaux comme l'ISRA au SENEGAL ou le FOFIFA à MADAGASCAR.

Puis, nos collègues du CIRAD et précisément le Laboratoire de Technologie des Céréales du CIRAD/CA.

Egalement, les Centres Techniques ou de Recherche Français:

- INRA Nantes (Laboratoire de Conservation des aliments)
- INRA Bordeaux (Laboratoire des Insectes des denrées)
- INRA Toulouse (Station de Pharmacologie-Toxicologie)
- SPV (Service de la Protection des Végétaux)
- FFCAC (Fédération Française des Coopératives Agricoles de Céréales)
- ITCF (Institut Technique des Céréales et Fourrages)

Enfin, les constructeurs de matériel (GAUTHIER notamment) pour l'industrialisation et la diffusion des équipements.

3.2. Réseaux

Le programme participe à plusieurs réseaux français ou internationaux concernés par l'après-récolte des grains:

- GLCG (Groupe de Liaison sur la Conservation des Grains)
- GASGA (Groupe d'Assistance aux Systèmes concernant les Grains Après-récolte)
- AUPELF-UREF (RESA post-récolte)
- IWCSP (International Working Conference on Stored-Product Protection)

IV) PERSPECTIVES

L'objectif premier reste la mise au point et l'insertion de technologies adaptées aux conditions climatiques, techniques et socio-économiques des PED. La cible principale est, aujourd'hui, l'exploitation agricole, les groupements de producteurs ou les artisans privés avec pour but essentiel la sécurité alimentaire et la valorisation maximale de la production.

Les thèmes prioritaires concernent la valorisation des céréales locales (riz, maïs, mil, sorgho, fonio) par l'amélioration de leurs qualités sanitaire et technologique.

Les différentes activités qu'il apparaît important de développer aujourd'hui sont:

4.1. Actions de Recherche

actions de Recherche:

- Etude des procédés de décorticage des produits tropicaux en fonction de leurs caractéristiques physiques. Cette action pourrait être l'objet d'une ATP.

- Stabilisation et conservation "à la ferme" des céréales (maïs notamment) en zone tropicale humide. Cette action serait réalisée en collaboration avec une Université Française (Poitiers) et une Université Etrangère (BENIN ?). Elle pourrait être conduite par un allocataire de Recherche.

+ Riz
ph 16.
SE 2024

actions de Recherche Appliquée:

Recherche de matériels ou de techniques de conditionnement, conservation et transformation des produits adaptés aux besoins des communautés rurales des PED. Les aspects socio-économiques sont à prendre en compte dès l'élaboration des projets avec la participation des spécialistes de ces disciplines. Enfin, les actions sont à mener en collaboration étroite avec les constructeurs d'équipements français ou locaux.

actions de Recherche-Développement

Développement d'installations pilotes, semi-industrielles ou artisanales, de transformation des céréales en milieu tropical. Suivis technique et socio-économique pour analyser les conditions d'insertion de ces innovations dans les filières céréalières locales

Ces actions seront réalisées en association avec des partenaires privés et en collaboration avec les Centres de Recherche locaux

4.2. Information - Formation

Rédaction d'un manuel technique sur la transformation des produits agricoles tropicaux (à l'image du manuel "Conservation des grains en régions chaudes" réalisé pour le Ministère de la Coopération .

Réalisation d'une base de données relationnelle sur les équipements post récolte.

Organisation de stages de formation à l'utilisation et à la gestion de minirizeries ou miniminoteries en collaboration avec les fabricants de matériels et les spécialistes concernés (CIRAD/CA, CIEPAC,...)

4.3. Cadre

L'ensemble de ces activités pourrait être développé au sein d'un programme fédérateur Cirad dans le cadre de la future "maison de la technologie"

Annexe : Publications de base

TROUDE F. 1974. Manuel de conservation des produits agricoles tropicaux. Collection Techniques Rurales en Afrique. Secrétariat d'Etat aux Affaires Etrangères, Paris. 355 p

CRUZ J.F., ALLAL M., 1986. Le stockage du grain. Série technologie . Dossier technique n° 11. Bureau International du Travail (BIT). Genève. 121p.
(Manuel sur le stockage des grains en milieu rural).

CRUZ J.F., TROUDE F., 1988. Conservation des Grains en Régions Chaudes. Collection *Techniques Rurales en Afrique*. Ministère de la Coopération et du Développement, Paris. 545 p

CRUZ J.F., DIOP A., 1989. Génie Agricole et Développement : Techniques d'Entreposage. Bulletin des Services Agricoles N°74, FAO, Rome. 128 p.

CRUZ J.F., DIOP A., CORBETT G.G., 1989. Agricultural engineering in development : Warehouse technique. FAO Agricultural Services Bulletin, N°74. FAO, Roma. 128 p.

CRUZ J.F., DIOP A., CANO-MUNOZ G., 1990. Avances en la Ingenieria agricola : Técnicas de almacenamiento. Boletín de servicios agricolas de la FAO, N°74, Roma. 121 p

PROGRAMMES DE RECHERCHE REALISES

STOCKAGE SOUS ATMOSPHERES MODIFIEES (VIDE, CONFINE).

ETUDE DES TRANSFERTS DE CHALEUR ET D'HUMIDITE DANS LES
CELLULES METALLIQUES SOUS CLIMAT TROPICAL.

PRINCIPAUX PROGRAMMES DE RECHERCHE EN COURS

- ETUDE D'UNE UNITE SEMI INDUSTRIELLE D'USINAGE DU RIZ:
- MODELISATION ET CONCEPTION D'UN SECHOIR A CEREALES.
- CONCEPTION D'UNE UNITE ARTISANALE DE DECORTICAGE DES
CEREALES LOCALES
- ETUDE DE DIVERS PRINCIPES D'EGRENAGE DU MIL CHANDELLE
- ETUDE DU DECORTICAGE DU FONIO
- AMELIORATION DES TECHNIQUES DE SECHAGE DU RIZ (CAMARGUE)

ATELIER POST-RECOLTE

1er septembre 1992

1ères transformations des grains (riz, mil/sorgho)

J.F. CRUZ



TRANSFORMATION DES CEREALES

(J.F. CRUZ)

I) INTRODUCTION

Les céréales constituent la base de l'alimentation de la plupart des pays tropicaux. le riz, notamment, reste la première ressource alimentaire de la planète. En Asie principalement mais également en Amérique latine et en Afrique où sa culture se développe. Les mils et les sorghos sont les céréales traditionnelles des zones tropicales sèches (zone Soudano-sahélienne en particulier).

Les grains récoltés ne sont pas consommables "en l'état" mais doivent subir une série de transformations avant d'être intégrés dans les diverses préparations culinaires: usinage pour le riz, décortilage et mouture pour les mils et les sorghos. Dans les campagnes, ces opérations restent, encore aujourd'hui, essentiellement manuelles. Elles sont réalisées par les femmes qui y consacrent une grande part de leur activité quotidienne.

Depuis quelques années, le CIRAD/SAR développe des actions concernant la mécanisation de ces opérations post-récolte. D'une part, l'usinage du riz à l'échelle semi-industrielle et d'autre part le décortilage artisanal des céréales locales.

II) UNITE SEMI-INDUSTRIELLE D'USINAGE DU RIZ

2.1. Les techniques d'usinage: du pilon à la rizerie

A la récolte, le riz est une céréale vêtue (grain entouré de ses glumes) appelée "**Paddy**". Sa transformation (ou usinage) en riz blanc nécessite deux opérations successives: - le décortilage qui permet d'éliminer les glumes (ou balles) pour obtenir le riz brun (ou **riz cargo**) puis le blanchiment qui, par usure du péricarpe et du germe, conduit à l'obtention du **riz blanc**.

En **technologie traditionnelle**, encore très répandue en milieu rural, la transformation est réalisée au pilon et au mortier. Elle correspond surtout à un décortilage car le blanchiment est peu poussé. Le grain consommé est alors pratiquement un riz complet.

A l'opposé, en **technologie industrielle**, le riz est usiné dans une succession d'appareils réalisant chacun une opération unitaire. Les techniques sont au point et les performances théoriquement satisfaisantes. Le développement des rizeries industrielles se heurte cependant à de nombreuses difficultés: Investissement important en équipements de stockage et d'usinage. Frais élevés et délais notables pour l'organisation de la collecte dans un vaste rayon géographique. Charges fixes substantielles et difficultés de gestion.

La **technologie artisanale** est moins répandue. Cependant, dans divers pays, le pilage manuel est souvent remplacé par un usinage mécanique réalisé à façon par des artisans. Les matériels classiquement utilisés à ce niveau sont les décortiqueurs "*Engelberg*" qui réalisent, en une seule opération, le décortilage et le blanchiment du riz. Ces matériels qui ont l'avantage d'être simples et rustiques présentent néanmoins certains défauts: faible rendement d'usinage - taux de brisures élevé qui décline le produit au niveau commercial - Pollution des sons par les balles (mélange des sous produits obtenus) qui rend difficile leur utilisation directe en aliment du bétail.

Une technologie de type intermédiaire se développe aujourd'hui dans divers pays tropicaux qui souhaitent dynamiser leur secteur agro-alimentaire privé ou coopératif. C'est la **technologie semi-industrielle**. Elle a pour ambition de produire des denrées de qualité commerciale tout en réduisant les niveaux d'investissement et la complexité des installations pour permettre une meilleure maîtrise de gestion technique et économique des unités de transformation.

C'est dans ce cadre que le CIRAD/SAR, en collaboration avec la Société GAUTHIER, a mis au point une ligne complète d'usinage du riz à l'échelle semi-industrielle.

2.2. Caractéristiques générales de l'unité SAR/GAUTHIER

L'unité SAR/GAUTHIER est composée de trois modules indépendants (un pré-nettoyeur, un décortiqueur-blanchisseur et un trieur) qui peuvent être acquis séparément.

Sa capacité d'usinage est de 500 kg/h à 900 kg/h selon la qualité initiale des riz à traiter. On peut, ainsi, transformer près de 1000 T à 2000 T de paddy par an; Quantités qui correspondent globalement aux productions des communautés rurales ou des groupements villageois en zone irriguée (périmètres rizicoles de 200 ha à 500 ha)

Une telle installation doit permettre de fournir un riz de qualité commercialisable sur les marchés urbains tout en maintenant la valeur ajoutée de la transformation dans les zones de production.

2.3. Les machines constitutives de l'unité

Le **prénettoyeur** d'une capacité d'1T/h permet l'élimination des diverses impuretés présentes dans le paddy "tout venant" (pailles, graines étrangères, grains vides, pierres, sable,...).

Le **décortiqueur-blanchisseur** (pièce maîtresse de l'unité) est une véritable mini-rizerie. Il assure:

- le décorticage du paddy (élimination des balles) par passage des grains entre deux rouleaux caoutchouc horizontaux qui assure l'arrachement des balles.
- Le vannage de mélange balles -riz cargo par aspiration et évacuation des balles à l'extérieur de la machine au moyen d'un ventilateur centrifuge.
- Le blanchiment du riz par passage du riz cargo entre un cylindre abrasif horizontal et une grille perforée. Les sons traversant la grille sont évacués par ventilation et récupérés par un cyclone.

Le **trieur**, de type rotatif, est principalement constitué d'un cylindre à alvéoles qui permet de séparer les brisures du riz entier. L'utilisation de cette machine permet l'obtention d'un riz à faible taux de brisures pouvant répondre aux exigences des consommateurs urbains.

L'ensemble des machines est équipé de moteurs électriques tropicalisés reliés à une armoire électrique de commande et de sécurité.

2.4. Expérimentations et développement industriel

Les premiers prototypes de décortiqueur-blanchisseur ont été réalisés au CIRAD/SAR et expérimentés dans divers environnements: - atelier de technologie du CIRAD - rizerie de Camargue - en zone sèche au nord Sénégal - en zone humide en Guyane.

Ces différentes expériences ont permis d'adapter les machines aux diverses conditions d'utilisation et notamment aux diverses qualités de riz.

A l'issue de cette première phase expérimentale, les résultats des recherches (conception, plans des matériels) ont été transférés vers l'industrie (Société GAUTHIER) qui est plus particulièrement chargée de l'industrialisation et de la commercialisation des machines.

En 1991, une première unité, dite de présérie industrielle, a été réalisée à Montpellier. Elle a été expédiée à Madagascar pour être implantée dans la région du Lac ALAOTRA , véritable "grenier à riz du pays". Un projet d'accompagnement (FAC/TPA), en cours d'exécution, permettra par le suivi technique et socio économique de l'installation d'analyser les conditions d'insertion de ce type d'unité dans la filière riz locale.

2.5. Perspectives

Développement

Dans de nombreux pays, la disparition du monopole de la transformation du riz, suite au désengagement de l'Etat, permet, l'émergence de nombreuses organisations privées (groupements de producteurs, entreprises artisanales,...) intéressées par ce secteur d'activité. Les besoins en unités de transformation adaptées aux capacités de gestion technique, économique et financière de ces nouveaux acteurs sont importants.

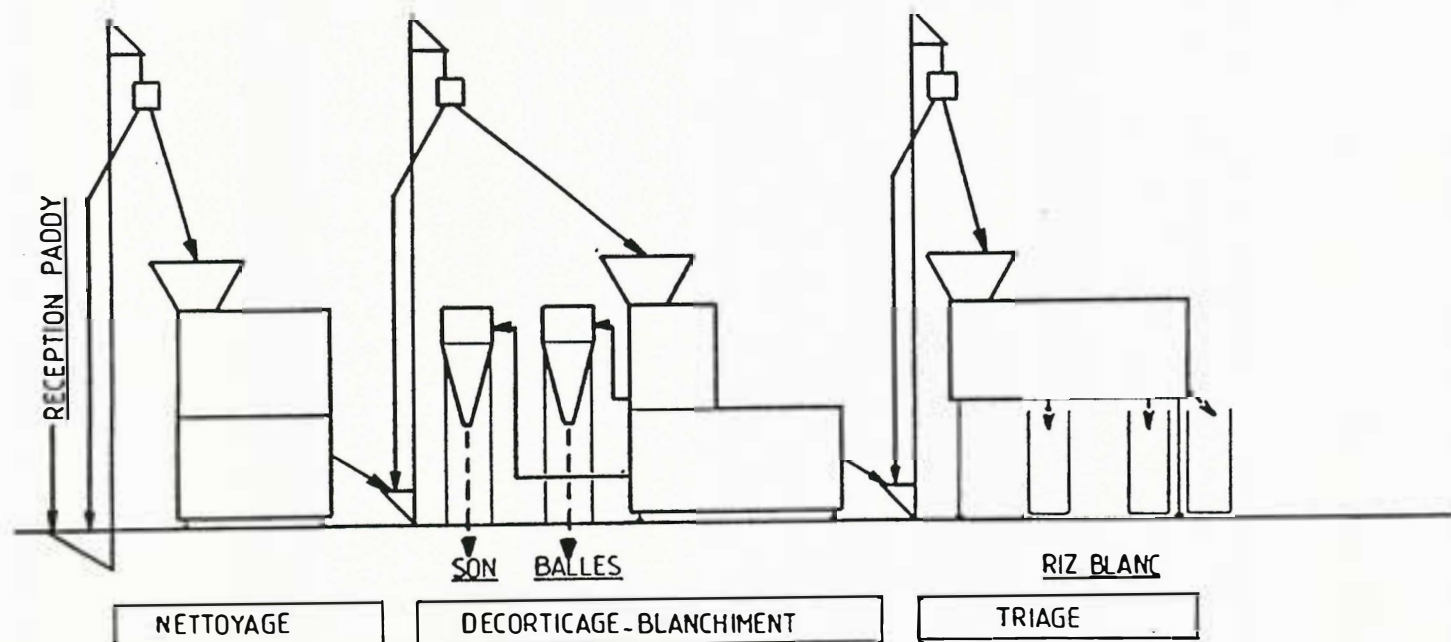
C'est dans cette dynamique qu'un projet d'implantation de 3 minirizeries SAR/GAUTHIER dans la vallée du fleuve Sénégal a été élaboré. Ce projet de recherche-développement couvre également les problèmes de stockage amont et aval des produits.

Le développement de ce type d'installation pilote peut naturellement être prévu dans d'autres zones rizicoles.

Recherche

Afin de compléter les trois premiers modules de l'unité, le CIRAD/SAR mène actuellement des recherches de conception et de mise au point d'un séchoir à paddy et d'un gazogène à balle de riz. Ces études devraient permettre, à terme, de proposer sur le marché des unités semi-industrielles d'usinage du riz pouvant fonctionner en autonomie énergétique.

Schéma de principe de l'unité modulaire



III) TRANSFORMATION ARTISANALE DES MILS ET DES SORGHOS

3.1. Généralités

Les mils et les sorghos représentent une part importante de la production vivrière des pays Soudano-Sahéliens. La culture de ces céréales, souvent appelées "céréales locales" est essentiellement destinée à l'autoconsommation.

Au Mali et Burkina Faso, le sorgho est surtout apprécié sous forme de *tô* (sorte de pâte consistante).

Au Sénégal, alors que le riz est surtout mangé à midi, le mil est très consommé le soir sous forme de couscous, semoule ou bouillie. Sa consommation annuelle atteint près de 100 kg/habitant.

3.2. objet du décortilage

Avant d'être transformés, par mouture, en semoule ou farine pour servir de base à la constitution des plats traditionnels, les grains de mil et de sorgho doivent être décortiqués. Cette opération consiste à éliminer les couches périphériques du grain essentiellement constituées de fibres cellulodiques qui affectent les qualités de cuisson et le goût des produits préparés. Une couche cellulaire particulière, "la testa", plus ou moins présente selon les variétés de grains, renferme souvent des composés antinutritionnels (polyphénols ou tannins) qui diminuent la digestibilité des protéines. Le décortilage doit également éliminer tout ou partie du germe qui, riche en lipides, peut être l'objet d'oxydations entraînant un rancissement rapide des produits de mouture.

3.3. les techniques de transformation

Les opérations de décortilage-mouture sont, encore souvent, effectuées au pilon et au mortier. Elles représentent un travail quotidien long et pénible de moins en moins accepté par les femmes, notamment en milieu urbain. Cette transformation traditionnelle nécessite, par ailleurs, une réhumidification préalable des grains; ce qui, en raison de l'humidité résiduelle, augmente l'instabilité des farines ou semoules produites et diminue leur durée de conservation.

La mécanisation de la mouture a progressé au cours des dernières décennies par la mise sur le marché de nombreux moulins. Les matériels proposés sont, parfois, mal adaptés aux conditions locales d'utilisation (matériels surpuissants et sous-utilisés).

La mécanisation du décortilage est, par contre, très peu développée. Le seul décortiqueur réellement disponible est le "**Mini-PRL**" qui permet un décortilage à sec par abrasion. Cette machine est constituée d'une chambre métallique dans laquelle tournent des disques abrasifs en résinoïde. Son fonctionnement "en discontinu" qui ne permet pas de maîtriser le niveau de décortilage en fait un matériel davantage utilisable en zones rurales qu'au niveau des petites industries de transformation artisanale.

Pour pallier ces inconvénients, le CIRAD/SAR a conçu un décortiqueur artisanal de petite capacité (50 à 100 kg/h) , travaillant en continu pour être adaptée à des lots d'importance variable et répondre, ainsi, aux besoins des ménagères et des meuniers en zone urbaine.

3.4. le décortiqueur CIRAD/SAR

Description

La machine est constituée d'une trémie d'alimentation surmontant une chambre de décortilage où les grains en transit sont décortiqués par abrasion entre un cylindre abrasif central en rotation et une grille métallique perforée. l'obturation réglable de l'orifice de sortie permet d'agir sur le temps de séjour des grains dans l'appareil et donc sur le degré de décortilage. Les sons traversent la grille et tombent par gravité sous la machine où ils sont récupérés.

Le décortiqueur est entraîné par un petit moteur électrique de 3 kW. (l'accouplement à un moteur thermique de 6 ch est également possible).

Expérimentation

En 1990, les premiers prototypes réalisés ont été testés sur mil et sorgho au Mali en collaboration avec la DMA (Division du Machinisme Agricole).

Une seconde série de prototypes simplifiés a été testée au Sénégal en 1991 dans le cadre d'un programme de Recherche conjoint avec l'ISRA (Institut Sénégalais de recherche agricole). Les résultats d'essais ont été particulièrement satisfaisants tant pour la qualité du décortilage que pour la facilité d'utilisation du matériel. Ces tests ont permis d'apporter des améliorations et notamment une simplification importante de la conception du décortiqueur afin de diminuer les coûts et de rendre possible une fabrication locale.

Deux matériels de "nouvelle génération" ont été réalisés et doivent prochainement être expédiés au Sénégal pour être implantés chez des artisans meuniers et être, ainsi, testés en conditions réelles d'utilisation.

3.5. Perspectives

Projet de Recherche-Développement

Un projet a été élaboré avec pour objectif particulier la réalisation d'une présérie industrielle de décortiqueurs en continu (8 à 10 machines). Ce projet prévoit de répartir les matériels dans les principales zones d'un pays Sahélien ayant des besoins en matière de transformation des céréales locales (mil ou sorgho). Les machines seraient placées auprès d'opérateurs privés disposant déjà de matériels de mouture des grains ou auprès de communautés villageoise ou de groupements (GIE) déjà identifiés comme bénéficiaires de projets d'implantation de mini-minoteries.

Un suivi, tant technique que socio-économique, des unités est proposé pour apprécier les contraintes liées à l'introduction d'une machine nouvelle en matière de décorticage et en étudier les effets au niveau de la filière de transformation artisanale des céréales locales.

Développement industriel

Une Recherche de partenariat avec des industriels français ou locaux est en cours pour permettre la diffusion de cette innovation.

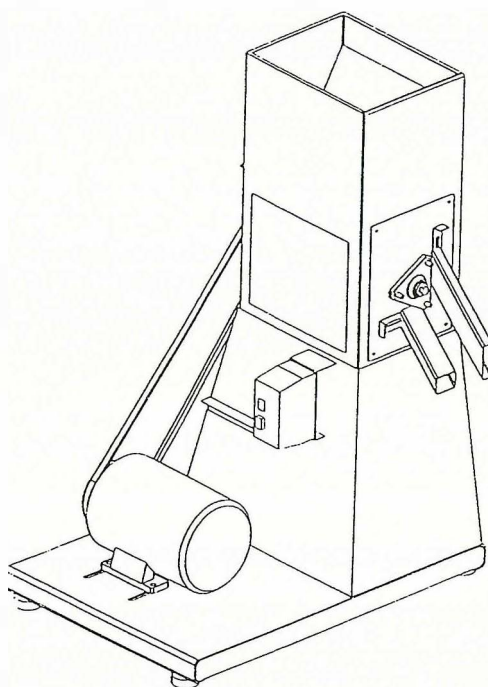


Département des systèmes
agroalimentaires et ruraux
CIRAD-SAR

DECORTIQUEUR à MIL et SORGHO

Caractéristiques techniques

- Principe : décortiquage à sec par abrasion
- Fonctionnement continu
- Débit approximatif: 50 kg/h à 100kg/h
selon le type de produit (mil ou sorgho)
le niveau de décortiquage souhaité
- Entraînement: Moteur électrique 4 kW
Moteur thermique 6 cv
- Dimensions (m): L x l x h = 1,0 x 0,8 x 1,2



Pour plus d'informations : Jean-françois CRUZ, CIRAD/SAR,
B.P. 5035, 34032 Montpellier Cédex 1

ATELIER POST-RECOLTE

1er septembre 1992

Séchage du riz (optimisation du procédé)

A. THEMELIN

LE SECHAGE DU RIZ PADDY: AMELIORATION DE LA QUALITE TECHNOLOGIQUE PAR OPTIMISATION DES CONDITIONS DE SECHAGE

André THEMELIN, Anne DROST et Jean-François CRUZ
CIRAD/SAR
Francis COURTOIS et André LEBERT
ENSIA/GIA - INRA
Septembre 1992

INTRODUCTION

Ce projet de recherche fait suite aux conclusions portées en 1989 et 1990 par le CIRAD/CEEMAT lors du suivi de séchoirs industriels à riz installés en Camargue à la demande du Centre Français du Riz - CFR - dans le cadre de son programme "séchage et conservation du riz"(1). Les observations faisaient alors apparaître des hétérogénéités de séchage et une altération des qualités technologiques des grains de riz paddy; il semblait ainsi nécessaire de réaliser en atelier pilote une étude de comportement au séchage des variétés cultivées en Camargue et de définir les conditions de séchage garantissant la meilleure qualité technologique finale.

Le CIRAD/SAR a confirmé en 1992 la poursuite de son appui à ce programme de développement régional au travers d'un volet recherche d'accompagnement en génie du procédé de séchage, tout en prévoyant d'adapter méthodologie et résultats à des développements en régions chaudes.

1. CONTEXTE DE L'ETUDE

Le marché du riz en Europe est en pleine expansion. Même si la consommation est très inférieure à celle rencontrée sur d'autres continents, elle est d'un niveau équivalent à celle des Etats Unis (1,5 million de tonnes). La consommation française, bien qu'elle soit une des plus faibles de la CEE (4 kg/an/habitant), a doublé en vingt ans. La France, avec ses deux grandes régions productrices (Camargue et Guyane), reste déficitaire en quantité mais aussi en qualité.

En effet la demande traditionnelle de riz rond est supplantée maintenant par une demande de riz long. Des efforts de conversion sont en cours de réalisation en Camargue où 75 % des emblavements ont été assurés en 1991 avec des variétés de riz long (ariete, koral, thaïbonnet,...). Ces efforts concrets doivent cependant être confortés par une bonne maîtrise du traitement de conservation, le séchage qui détermine en grande partie le taux de brisures. Il est donc nécessaire d'une part que les riziculteurs français livrent sur les marchés national et international un riz répondant aux exigences de ces marchés y compris celles de qualité dont l'incidence sur la décote est importante. D'autre part il est aussi nécessaire que les constructeurs de séchoirs proposent des solutions performantes en terme de séchage et de qualité leur permettant de vendre des séchoirs à l'exportation sur des marchés demandeurs.

2. ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE

Une étude bibliographique (2) menée par le département en 1989 montre qu'il existe peu de données précises concernant les techniques de séchage du riz utilisées dans les différents pays producteurs et qu'aucune d'entre elles n'a réellement fait l'objet de bilan complet. Toutefois un certain nombre de travaux ont été menés sur l'amélioration des performances techniques, notamment énergétiques, des séchoirs à céréales telles que blé et maïs dont le séchage du riz a pu bénéficier. L'aménagement des équipements depuis le séchage discontinu en cellule ou case ventilée au séchage continu en colonnes grillagées, à persiennes ou à dièdres permet de favoriser le contact air - grain et d'accélérer le séchage (quelques points par heure) dans des conditions qui restent toutefois très variables: débits spécifiques moyens à forts (1500 à $9000 \text{ m}^3/\text{h.m}^3$) sous des températures faibles à élevées (30 à 90°C). L'amélioration de la conduite des installations, impliquant parfois des réaménagements de structure, a permis des gains significatifs en capacité de production et en économies d'énergie depuis le recyclage partiel de l'air de séchage jusqu'à la combinaison de phases de séchage, de ressuage et du refroidissement lent différé (dryération). Le pilotage automatique sur cycles programmés n'intègre qu'un contrôle-commande des caractéristiques de l'air avec encore beaucoup d'empirisme et d'a-priori pour la conception et la conduite des séchoirs: absence de prédiction de la qualité du riz en sortie de séchoir, non-optimisation de la répartition de l'air dans le flux de grain, non-optimisation des différentes zones du séchoir (séchage, ressuage et dryération) et des recyclages de l'air.

Plus récemment des études incluant un critère "qualité agro-industrielle" ont été menées sur céréales autres que riz, notamment maïs, afin d'optimiser les techniques de séchage en termes d'énergie et de qualité finale ou de répartition de l'air dans un séchoir (3) (4) (5) (6) et (7). Le critère de qualité spécifique au riz pris en compte est constitué par le taux de brisures, correspondant au pourcentage (en masse) de grains brisés d'un échantillon après blanchiment. Il traduit un phénomène de clivage de l'endosperme vitreux du grain sous l'action d'un stress mécanique dû à un gradient de contrainte mécanique induit par un gradient d'humidité au sein du grain et/ou d'un stress thermique sur la matrice protéique soutenant le réseau dense de grains d'amidon. Le premier cas peut être observé sur pied avant récolte lors d'une adsorption rapide du grain déjà sec (12%) dans une hygrométrie ambiante élevée, voire par contact direct avec l'eau de pluie (8) (9) (10) et (11). Il est relevé bien sûr en séchage artificiel si les vitesses de séchage sont élevées, notamment pour des températures supérieures à 45°C et des hygrométries basses (12) (13) (14). Le deuxième cas serait observé pour des gradients très élevés de température (50 à 80°C) entre l'air et le grain (15) (16). Ces auteurs préconisent alors de pratiquer un séchage lent à basse température, inférieure à 53°C voire de 35 à 45°C .

L'analyse de ces travaux menés sur le séchage du riz met en évidence un manque important de données sur les liaisons entre conditions de séchage et qualité technologique du riz, et notamment sur les variétés cultivées en Europe (3) et par là même l'absence de modèle de simulation adapté aux séchoirs français. Cette absence d'outils d'aide à la conception d'équipements se traduit pour les constructeurs de séchoirs par beaucoup d'empirisme dans la conception, le réglage et la conduite en temps réel des installations.

3. MISE EN PLACE D'UNE RECHERCHE ACTION

Le CIRAD/SAR et le CIRAD/IRAT ont réalisé de nombreuses expérimentations sur l'usinage du riz, étudié certaines interactions entre des paramètres tels que variété et qualité technologique et entamé une étude bibliographique et méthodologique sur la modélisation du séchage discontinu du riz en cellule. A partir des sollicitations régionales du CFR et des demandes en matière d'aménagement complémentaire de mini-rizeries en PED, il nous a semblé opportun de développer en partenariat une méthodologie globale séchage/qualité/aéraulique en s'appuyant sur les techniques mises au point par différents laboratoires et centres techniques sur le riz et le maïs.

Les travaux menés par l'ENSIA et l'ITCF sur le séchage du maïs ont permis la mise au point d'une méthodologie de recherche pour la modélisation des phénomènes couplés de séchage et de dégradation de la qualité des céréales; la démarche suivie a abouti à la réalisation d'un logiciel de CAO pour les séchoirs à maïs, en cours de commercialisation. L'Université de Poitiers a mis au point une méthodologie d'étude de l'influence de l'aménagement aéraulique de séchoirs sur les transferts de chaleur et de matière avec des résultats applicables à la conception des canaux répartiteurs d'air.

Par ailleurs des suivis de séchoirs industriels à riz ont été effectués en France par la Fédération Française des Coopératives Agricoles de Céréales et le CIRAD/SAR et en Italie par le constructeur SATIG, filiale du groupe AGROALLIANCE.

La méthodologie mise en place vise à la mise au point d'un modèle permettant aux constructeurs d'optimiser la conception de séchoirs à riz ou de séchoirs mixtes riz/maïs, en s'appuyant sur la prise en compte de critères de qualité spécifiques que constituent le taux de brisure du riz et la qualité amidonnaire du maïs. Elle constitue pour les différents partenaires scientifiques et techniques l'opportunité d'améliorer les connaissances sur les procédés et leurs implications technologiques, l'amélioration des installations existantes en Europe (France, Italie et Espagne). Elle permettra aux constructeurs français tels que SATIG de disposer des éléments nécessaires pour se positionner de façon satisfaisante sur le marché international en Extrême-Orient et Afrique; la prédiction de ces critères de qualité constituant un argument de vente très important pour les constructeurs.

Une première tranche de financement a été obtenue auprès de deux sources sollicitées en 1992: le programme de recherche scientifique 1992/1993 du CFR et l'appel d'offres 1992 du Ministère de la Recherche et de la Technologie "Recherche en génie des procédés: maîtrise de la qualité des produits et des propriétés d'usage par le procédé".

Une première phase de travaux est programmée en 1992 et 1993 pour mener:

- l'étude de base du comportement au séchage en couche mince de certaines variétés de riz paddy cultivées en Camargue (CIRAD);
- l'étude de l'influence de la température et de la teneur en eau du riz paddy sur le taux de brisure (CIRAD, ENSIA);
- la mesure des écoulements d'air dans une portion de séchoir (LET Poitiers).

4. MATERIEL ET METHODES MIS EN PLACE EN 1992

Cette première année est consacrée à l'étude du comportement au séchage en couche mince et à conditions constantes de certaines variétés de riz paddy cultivées en Camargue; la couche mince étant entendue ici comme une couche monoparticulaire de produit ne modifiant pas les caractéristiques de l'air lors de son passage à travers cette couche de grains. On cherche à maximiser, en un minimum de temps, la qualité finale du riz évaluée par le taux de brisures, en optimisant pour un produit donné les conditions de séchage ou variables de commande du procédé que représentent la température, l'hygrométrie et la vitesse de l'air de séchage au voisinage du produit.

La méthode des plans d'expérience est utilisée afin de permettre par un nombre minimum d'essais d'exprimer les fonctions réponses observées (temps de séchage, taux de brisures) par des modèles simples (polynômes du second degré) fonctions des variables de commande les plus déterminantes et de leurs interactions. L'influence de ces variables de commande appréhendée par régression linéaire multiple peut être ensuite visualisée par une analyse des surfaces de réponse.

Etant donné la très courte période de récolte (un mois environ) pour une étude sur plusieurs variétés, on s'est attaché à réduire le nombre d'essais en réduisant d'abord le nombre de variables de commande: variété et teneur en eau initiale pour les variables spécifiques du produit initial, température, hygrométrie et vitesse de l'air de séchage.

En 1992 deux variétés ont été choisies suivant l'importance des emblavements réalisés en 1991 en Camargue: Gialon représentant 66,5 % des ensemencements en grains ronds et LAriete représentant 77,2 % des ensemencements en grains longs A (17).

La teneur en eau des grains à la récolte étant aléatoire et variable, une étude préliminaire est en cours pour apprécier son influence sur les cinétiques de séchage. On utilise alors des grains secs (10,6 % base humide) d'une variété indonésienne disponible actuellement, réhumidifiée lentement jusqu'à des valeurs déterminées par un plan d'expériences.

La vitesse de l'air étant dans la pratique peu souvent régulée, on a retenu les deux variables caractéristiques de l'air suivantes: la température sèche et l'humidité relative ou la température de rosée; cette dernière traduisant à basse température l'influence des conditions ambiantes.

On a construit ainsi deux types de plans d'expériences de type central composite rotatif à cinq niveaux: un plan préliminaire à trois facteurs (teneur en eau initiale du grain, température et hygrométrie de l'air) pour une variété de riz réhumidifiée et un plan de campagne à deux facteurs (température et hygrométrie de l'air) pour deux variétés de riz cultivées en Camargue.

Les domaines expérimentaux déterminés pour ces variables correspondent à des situations réelles et prospectives:

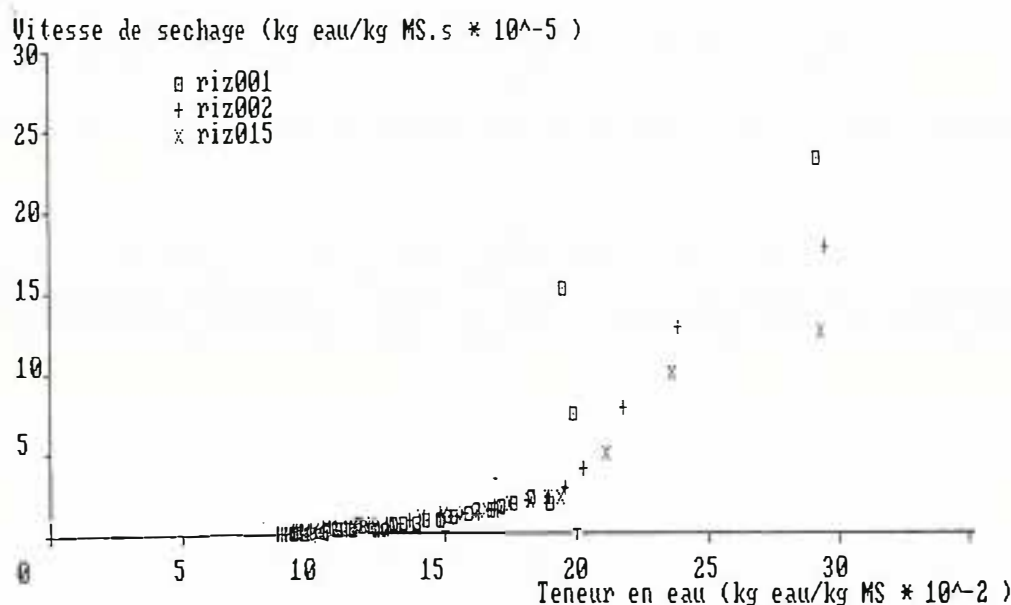
- teneur en eau initiale des grains : de 16 à 30 %
- température sèche de l'air : de 25 à 100 °C
- humidité relative de l'air : de 5 à 55 %
- ou température de rosée : de 14 à 40 °C

Le matériel utilisé pour les cycles de séchage est une boucle de séchage ou séchoir pilote à recyclage de l'air. L'équipement a été défini et mis en place par le département suivant une conception étudiée à partir d'expériences tirées d'autres modèles existants en France et de manière complémentaire quant à son domaine de fonctionnement.

L'installation est constituée d'un réseau de gaines de ventilation bien isolées, reposant sur un châssis indépendant et dont les actionneurs sont raccordés aux différents fluides de l'atelier. L'ensemble est régulé automatiquement en température sèche (ambiante à 200 °C), en température de rosée (ambiante à 100 °C) de l'air et avec une vitesse de l'air variable (0 à 7 m/s) ajustable manuellement. Un dispositif d'acquisition permet de contrôler ces caractéristiques en continu, ainsi que de suivre l'évolution de la masse de produit.

Les cinétiques de séchage sont alors tracées sous deux formes: en exprimant la teneur en eau (X en kg d'eau par kg de matière sèche) en fonction du temps (t en s) et en exprimant la vitesse de séchage ($-dX/dt$) en fonction de cette même teneur.

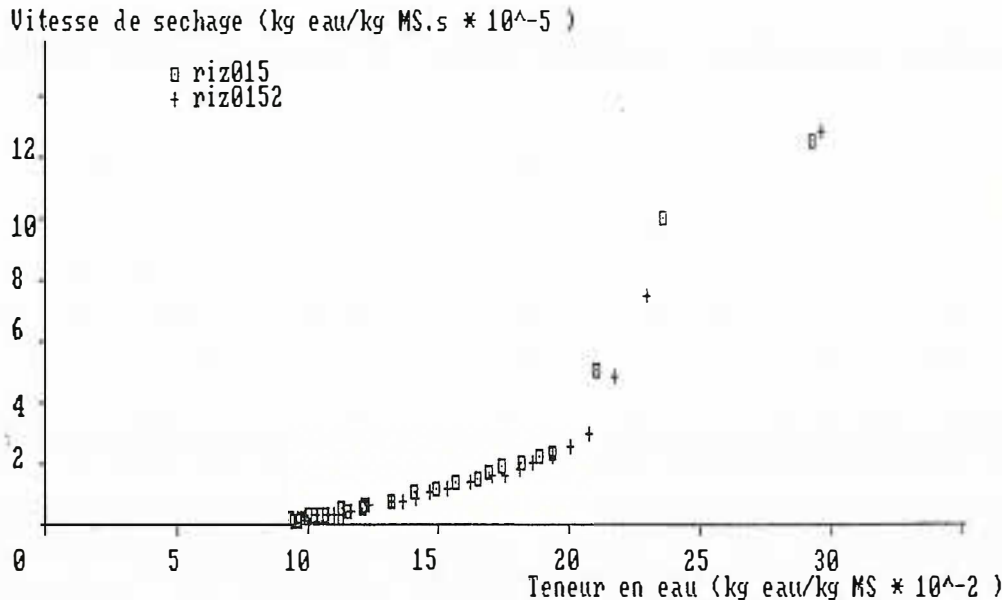
Cette dernière présentation est illustrée sur la figure suivante, qui nous a permis de définir le temps de ressuage après réhydratation des grains de riz indonésien pour obtenir une teneur en eau initiale de 23 %, valeur centrale du plan d'expériences préliminaire.



Cinétiques de séchage de riz paddy (variété indonésienne à grain long)
 Température sèche air = 50°C Humidité relative air = 25% Vitesse air = 2m/s
 (0) 24h après réhumidification (+) 48h après (X) 144h après

La vitesse de séchage n'étant pratiquement plus affectée au delà d'une période de 6 jours de ressuage à basse température (+4 °C), le temps minimum a été maintenu à une semaine de façon à permettre une adsorption complète et un rééquilibrage des teneurs en eau dans le grain de riz paddy.

Une deuxième illustration est donnée sur la figure suivante exprimant des vitesses de séchage identiques quelque soit la vitesse de l'air au voisinage des grains de riz pour une teneur en eau initiale de 23 %.



Cinétiques de séchage de riz paddy (variété indonésienne à grain long)

Température sèche air = 50°C

Humidité relative air = 25%

Vitesse air = (+) 2m/s

(θ) 1m/s

Afin de réaliser un séchage uniforme de tous les grains de la couche mince et d'éviter des passages préférentiels de l'air, on a retenu une vitesse moyenne de l'air de 2 m/s à l'attaque des grains.

CONCLUSION

Cette première phase d'acquisition de connaissances doit permettre de répondre à court terme à une demande régionale concernant la conduite en conditions constantes de certains séchoirs industriels à riz. La méthodologie adoptée s'intègre dans une démarche globale séchage/qualité/aéraulique s'appuyant sur des techniques mises au point par différents laboratoires et centres techniques sur le riz et le maïs.

Le développement des phases ultérieures du projet implique des études parallèles en matière de comportement au séchage (en couches mince et épaisse et sous conditions variables), de contrôle de l'évolution de la qualité des produits traités et d'analyse aéraulique. Des modèles de comportement de céréales puis de contrôle commande et d'aide à la conception de séchoirs seront adaptés et validés à partir d'essais en atelier pilote (sur couches mince et épaisse) et sur sites industriels.

La validation de cette démarche et des méthodes employées sera testée sur des cas de figure intéressant les PED à partir d'études de caractérisation des variétés cultivées et des études de terrain menées par le département et ses partenaires internes et externes au CIRAD.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- (1) CRUZ J.F., 1991. Séchage et conservation du riz (Silo Sud Céréales d'Arles); programme machinisme agricole du Centre Français du riz. Rapport final des travaux 1990, 37 p., CEEMAT, Montpellier.
- (2) CRUZ J.F., 1990. Séchage et conservation du riz (Silo Sud Céréales d'Arles); programme machinisme agricole du Centre Français du riz. Rapport final des travaux 1989, 19 p., CEEMAT, Montpellier.
- (3) FINASSI A., 1989. Utilisation of physical properties for design and combine harvesters, grain driers and post harvest processing plant. Symposium lecture at ICPPAM, Rostock, 4-8 september.
- (4) NELLIST M.E. and BRUCE D.M., 1987. Drying and cereal quality; aspects of applied biology. Cereal quality, 15, 439-455.
- (5) SOKHANSANJ S., 1987. Improved heat and mass transfer models to predict grain quality. Drying Technology, 5, (4), 511-525.
- (6) SUN L., 1991. Ecoulement d'air et transferts de chaleur et de masse dans un séchoir à maïs. Thèse de l'université de Poitiers.
- (7) COURTOIS F., 1991. Amélioration de la qualité agro-industrielle du maïs par la modélisation dynamique du séchage. Thèse de l'ENSIA Massy.
- (8) SMITH, 1938.
- (9) KUNZE, 1979.
- (10) JINDAL and SIEBENMORGEN, 1986.
- (11) SIEBENMORGEN, 1992.
- (12) SHARMA and KUNZE, 1982.
- (13) YAMASHITA and SULEIMAN, 1987.
- (14) ZELEDON, 1987.
- (15) EKSTROM, 1966
- (16) ARORA, HENDERSON and BURCKHARDT, 1972.
- (17) ANDRE F. et FEOUGIER G., 1992. Centre Français du riz. Compte - rendu de la campagne 1991. Note Technique n° 921, 30 p., CFR Arles.

ATELIER POST-RECOLTE

1er septembre 1992

Post-récolte des céréales au SENEGAL

M. HAVARD

LA TECHNOLOGIE POST-RECOLTE DES CEREALES AU SENEGAL

H.M. MBENGUE^{*}, M. HAVARD^{**}

Août 1992

^{*} Agro-Machiniste ISRA, Bambey Sénégal
^{**} Agro-Machiniste CIRAD-SAR

RESUME

Au Sénégal, ces vingt dernières années, les superficies annuelles en céréales (mil, sorgho, maïs et riz) varient de 1 à 1,6 millions d'ha pour une production comprise entre 520 000 et 1 250 000 tonnes (moins de 1 t/ha en pluvial, 4 à 5 t/ha en irrigué). La hausse de la production rizicole irriguée depuis 1985 (100%) est insuffisante pour satisfaire les besoins d'une population, passée de 5 à 6,9 millions d'habitants depuis 1985. Sur la base d'une consommation de 219 kg/hab/an, les besoins annuels sont évalués à 1,5 millions de tonnes, soit un déficit moyen annuel de 500 000 tonnes couvert en majorité par des importations de riz; céréale consommée de plus en plus avec le blé bien que les Sénégalais demeurent attachés aux mets locaux, malheureusement moins faciles à préparer.

Aujourd'hui, on constate que les travaux de l'ISRA et de l'ITA sur l'amélioration des opérations de récolte et de post-récolte, visant en particulier l'allègement des travaux de la femme, ont fourni des solutions techniques performantes, souvent hors de portée du producteur, et adaptées à la valorisation d'une production orientée vers la commercialisation. Quand cette dernière a été organisée et protégée par l'Etat, on a assisté aussi à un développement des unités de transformation industrielles (riz) qui ont permis de dégager à des coûts élevés des surplus commercialisés. Dans le cas contraire, les tentatives d'industrialisation sont restées au stade expérimental (mil, sorgho, maïs).

Les matériels et installations diffusés appartiennent rarement à des paysans individuels, mais à des privés et des organisations paysannes, en grande partie pour réaliser des prestations de service rémunérées: 100 à 120 batteuses à mil/sorgho, 130 batteuses et 50 moissonneuses batteuses à riz, 4 000 moulins, une centaine de décortiqueurs à mil/sorgho et 350 à 400 décortiqueurs à riz, quelques unités industrielles et semi-industrielles.

Les travaux et études en perspectives en technologie post-récolte des céréales s'intéressent à deux niveaux:

- le niveau villageois dans un souci d'allègement des travaux de la femme: amélioration de la fabrication locale des matériels, introduction de décortiqueurs à riz de faibles capacités (100-150 kg/h) adaptés aux besoins d'autoconsommation et le suivi d'unités de transformation pour mil, sorgho et maïs de 50 à 150 kg/h;
- le niveau semi-industriel dans l'optique de privatisation en cours: mise en oeuvre de projets de recherche-développement, impliquant des disciplines techniques, économiques et sociales, sur des unités semi-industrielles en gestion paysanne ou privée qui commercialisent, transforment et stockent: minirizeries de 800 à 1 500 kg/h, unités de transformation des mil, sorgho, maïs de 1 à 2 t/j;

Ces changements importants doivent être appuyés par des programmes de formation sur l'ensemble des aspects techniques et économiques couvrant les opérations de technologie post-récolte des céréales.

MOTS CLES: Sénégal, technologie post-récolte, céréales, mil, sorgho, maïs, riz, commercialisation, acquis, études.

INTRODUCTION

Au Sénégal, ces vingt dernières années, les superficies en céréales (mil, sorgho, maïs et riz) ont varié de 1 000 000 à 1 600 000 ha pour une production annuelle moyenne comprise entre 520 000 à 1 250 000 tonnes, soit une couverture de 60 à 70% des besoins (tableau en annexe). Ces cultures, en très grande majorité pluviales, ont des rendements moyens faibles (350 à 750 kg/ha) très variables d'une année à l'autre en fonction de la pluviométrie: 500 à 600 kg/ha pour les mils et sorgho et 1000 à 1500 kg/ha pour les maïs sous pluviométrie dite normale, 4 à 5 t/ha pour le riz irrigué dans la vallée du fleuve Sénégal. On observe néanmoins une hausse de la production sur les périmètres irrigués rizicoles (100% de 1985 à 1991) et du maïs en Casamance et au Sénégal Oriental (31% de 1985 à 1990). Pendant cette période, la population est passée de 5 000 000 à 6 890 000 habitants (4)⁽¹⁾.

Sur la base de besoins en céréales de 0.6 kg/hab/j (219 kg/hab/an), la consommation annuelle du Sénégal est voisine de 1 500 000 tonnes. Les importations annuelles de céréales (blé, riz et maïs) varient entre 300 000 et 600.000 tonnes et on constate une augmentation de celles en riz, malgré une hausse de la production nationale ces dix dernières années (tableau en annexe). Ainsi en 1991, sur une consommation nationale estimée à 418 000 tonnes, la production nationale représente 105 000 tonnes. Cette tendance vers la consommation des céréales importées est confirmée par les enquêtes du Ministère du Développement Rural en 1982-1984: 25% (51 kg/hab/an en riz, 4 kg/hab/an en blé) en milieu rural, 80% (110 kg/hab/an en riz, 54 kg/hab/an en blé) en ville (4).

L'absence de transformation industrielle des céréales locales (hors paddy) pénalisent ces cultures car les nombreuses enquêtes réalisées révèlent que les sénégalais demeurent en grande majorité attachés aux plats à base de mil et sorgho (cous-cous, laax, gneleng, ngourbane, gniribouna, gossi) s'ils étaient facilement accessibles et d'utilisation aussi aisée que les produits importés (10).

En matière de technologie post-récolte des céréales, deux instituts ont mené de nombreux travaux ces trente dernières années : l'ISRA (Institut Sénégalais de Recherches Agricoles) sur les opérations allant de la récolte à la mouture (farine et semoule) et l'ITA (Institut de Technologie Alimentaire) sur la valorisation des produits de la mouture.

Cette note traite des principaux acquis, de la situation actuelle et des perspectives et travaux envisagés en technologie post-récolte des céréales. La récolte est prise en compte car sa mécanisation modifiera les schémas post-récolte connus. Les céréales à dominante pluviale sont traitées simultanément car leurs itinéraires post-récolte sont pratiquement identiques.

1. LES ACQUIS ET LA SITUATION ACTUELLE SUR LE MIL, LE SORGHO ET LE MAIS^(*)

Ces cultures présentent deux particularités importantes: i) elles sont peu mécanisées, et ii) l'Etat s'est peu intéressé à l'organisation de leur production et de leur commercialisation. En dehors de la transformation en farine, la valorisation de ces céréales n'est pas prise en compte (exemple des épis de maïs récoltés en vert, puis grillés).

1.1. La récolte

Elle est entièrement manuelle et demande de 60 à 120 h/ha. Des essais concluants de corn-picker 1 rang avec tracteurs Bouyer et conventionnels ont été réalisés sur maïs. Le niveau actuel des connaissances permettrait de trouver rapidement une solution à la mécanisation de la récolte de ces céréales, mais les conditions actuelles de culture (faibles rendements) et les coûts élevés de la mécanisation ne permettent pas de la rentabiliser.

1.2. Le séchage

Traditionnellement, les paysans laissent sécher les céréales sur pied plusieurs semaines après maturité. Cette technique de séchage favorise diverses attaques et l'égrenage naturel. Après la récolte, on continue le séchage au champ ou au carré (habitation), à même le sol ou sur un lit de pailles, généralement sans traitement insecticide.

L'amélioration des méthodes traditionnelles de séchage s'est orientée vers une meilleure utilisation du rayonnement solaire et des vents dominants; on améliore la vitesse et la qualité du séchage tout en réduisant les attaques de déprédateurs. On peut citer :

- les claies de séchage surélevées où les épis sont disposés en bottes croisées pour faciliter la circulation de l'air;
- les cribs-séchoirs reposant sur des pieds de 60 à 80 cm sur lesquels on peut fixer des cônes anti-rongeurs; ils ont l'avantage de servir en même temps de structure de stockage des épis; ils ne se justifient que s'ils permettent une réduction des pertes d'au moins 10%;
- les séchoirs solaires réduisant la durée de séchage de 50%; ils ne se justifient pas économiquement dans le contexte actuel.

1.3. Le stockage

Le mode le plus répandu se fait en épis ou en panicules dans des greniers en fibres végétales tressées. Les pertes dues aux insectes et aux moisissures sont peu importantes car les grains sont bien protégés par les glumes et les spathes et les échanges avec l'extérieur sont favorisés, évitant ainsi toute condensation ou formation de poches de chaleur favorables au développement des moisissures.

Les greniers traditionnels à parois pleines peuvent servir au stockage du grain sec. Des essais menés au CNRA de Bambey ont montré que le grain mélangé à du bromophos à 2% à raison de 500 g par tonne de grains au moment de l'ensilage, présente peu d'attaques après 18 mois de stockage.

Plusieurs types de silos individuels ou collectifs ont été mis au point ou testés de façon satisfaisante au Sénégal: silos CARRERAS de 2 à 5 tonnes, silos-magasins, fûts métalliques de 50 à 200 litres, magasins métalliques et en dur de 300 à 2 000 tonnes. Les investissements requis sont souvent hors de portée de l'agriculteur moyen sénégalais qui ne stocke que pour ses besoins d'autoconsommation. Le coût du stockage en grain varie de 12 à 25 fcfa/kg, soit de 15 à 35% du prix du mil et de 15 à 30% de celui du maïs. L'utilisation de ces structures doit être envisagée dans l'optique d'une augmentation de la production et de l'organisation de la commercialisation.

1.4. L'égrenage et le battage

Traditionnellement, ces opérations sont effectuées par les femmes au pilon/mortier pour le mil et le sorgho, à la main pour le maïs avec des débits faibles: 10 kg/jour/femme.

Les tests d'égrenage mécanique sur mil (égrenoir Champenois manuel) ont été décevants: moins de 10 kg/h, vannage indispensable du produit, pertes de 20% dans les glumes et râchis.

Dans les zones de production du maïs (Sud Sine Saloum, Sénégal Oriental, Casamance), les égreneuses manuelles (100 à 200 kg/h) et les batteuses (1 000 kg/h) font leur apparition.

Le battage mécanique des mils et sorgho a été résolu à partir des années 1960-1970 par des Batteuses: la BS 1000 (SISCOMA-SISMAR³) et la Dak II (MAROT) de 1 000 kg/h et la Bamba (Bourgoin) de 300 kg/h. Le parc de batteuses se situe entre 120 et 150 unités. Ces machines appartiennent à des particuliers (marabouts, commerçants, ...) ou des groupements villageois qui réalisent des prestations de service entre 8 et 10 fcfa/kg de grains. Les paysans ont recourt à ces batteuses pour la part de leur production destinée à la commercialisation, la part autoconsommée est en général battue manuellement au fur et à mesure des besoins. Ceci est justifié en partie par l'absence de structures accessibles pour le stockage en grains et par les difficultés de gestion sociale d'un stock de grains.

1.5. Les transformations primaires

Il s'agit du **décorticage** qui débarasse le grain de ses enveloppes et du germe (le taux de récupération est compris entre 75 et 85%) et de la **mouture** qui réduit le grain en particules plus ou moins fines (semoule, farine, ...).

3

SISCOMA. Société Industrielle Sénégalaise de Constructions Mécaniques et de Matériels Agricoles. Fermée en 1980, elle est remplacée 2 ans plus tard par la SISMAR.

SISMAR. Société Industrielle Sahélienne de Mécanique, de Matériels Agricoles et de Représentations

1.5.1. Décorticage et mouture manuels

Ces deux opérations sont réalisées par les femmes, généralement en humide au pilon dans un mortier (**décorticage**). L'addition d'eau (5 à 10% du poids en grain) évite les brisures sous l'action du pilon. Le produit est vanné, lavé puis ressuyé; il subit un début de fermentation qui donnera le goût acide caractéristique des préparations traditionnelles. Il est à nouveau pilé et tamisé (**mouture**) pour donner des semoules plus ou moins fines qui serviront à la préparation des divers mets. Les femmes reconnaissent que la mouture est plus pénible que le décorticage.

Les contraintes de ces travaux en humide sont :

- le caractère quotidien rendu obligatoire par le manque de stabilité du produit humide et semi-fermenté, d'où son inadaptation au contexte urbain et à une commercialisation industrielle;
- la lenteur et la pénibilité: une femme traite 2 kg/h, la dépense énergétique nécessaire varie de 50 à 120 kilojoules/kg de grains (2);

1.5.2. Matériels de décorticage et de mouture mécaniques

Le premier objectif visait l'allègement du travail des femmes en mécanisant les opérations du processus traditionnel. L'introduction des broyeurs à marteaux après la seconde guerre mondiale a été un succès pour la mouture car ils s'insèrent bien dans le processus de transformation en humide. Les produits obtenus conviennent parfaitement aux préparations secondaires locales. On en compte aujourd'hui 4 000 (fabrication locale et importation) sur les 6 000 qui ont été mis sur le marché. Le prix moyen de ces matériels est compris entre 1 et 2,5 millions de fcfa et les prix des prestations oscillent entre 15 et 25 fcfa/kg.

Le second objectif, plus ambitieux, visait la mécanisation des deux opérations dans un processus de transformation en sec afin de faciliter la conservation, le stockage et la commercialisation des farines.

a) Au niveau industriel

La première tentative de fabrication de semoule et de farine de mil par les Moulins Sentenac dans les années 50 est restée à l'état expérimental.

Dans les années 70, c'est l'expérience du Famiblé, pain fabriqué à partir d'une farine de blé (85%) et de mil (15%), tentée par l'ITA en collaboration avec les boulangers et Sentenac. Elle a échoué à cause d'une qualité de farine non adéquate, de l'approvisionnement difficile en mil et de l'opposition des boulangers. (*mauvais équipements de purification*)

Dans le même temps, les Grands moulins de Dakar fabriquent des pâtes alimentaires avec une farine composée. L'expérience n'aura pas de suite.

Aujourd'hui, Les Grands Moulins de Dakar et les Moulins Sentenac sont équipées de machines Keller et Saby d'utilisation suffisamment souple pour fabriquer une large gamme de produits dérivés des mils, maïs et sorghos: farines fines et moyennes, semoules, sankhal, gritz, ... Le coût de la transformation est évalué entre 15 et 17 fcfa/kg. Les principales

contraintes à la transformation industrielle sont l'incertitude de l'approvisionnement (circuits de commercialisation insuffisants), l'hétérogénéité et la qualité de la matière première (présence de sable), les coûts de revient des produits obtenus peu compétitifs par rapport à ceux importés (4). Les céréales, suivant les régions et les périodes, sont vendues sur les marchés entre 70 et 140 fcfa/kg⁽⁴⁾, alors que les producteurs les vendent entre 45 et 70 fcfa/kg au moment des récoltes.

Sentenac, en collaboration avec le Fond Commun de Contrepartie à l'Aide Alimentaire et l'ITA, est sur un projet de fabrication de sankhal (semoule de mil) et de songouf (farine de mil). La quantité de mil traitée était de 30 t/semaine en 1991 avec un objectif de 2 500 t/an.

b) Au niveau semi-industriel

Les expériences sont récentes: exemple de l'unité de Keur Samba Guèye près de Kaolack de 1 500 tonnes/an, dont le coût de revient est de 20 fcfa/kg et celle de la SODEFITEX⁽⁵⁾ à Tambacounda.

Cette dernière est équipée d'un décortiqueur à disques abrasifs, d'un moulin à marteaux. Quatre produits sont obtenus: farine, fines et grosses brisures, "riz de maïs" (vendu en remplacement du riz). La SODEFITEX achète le maïs aux producteurs, récupère l'argent des produits semi-finis et effectue aussi du travail à façon. Cette unité d'une capacité de 150-200 kg/h traite environ 1 200 kg/j de maïs et un peu de mil. Les prix pratiqués sont de 20 fcfa/kg pour le décortiquage et 20 fcfa/kg pour la mouture. Les produits obtenus sont commercialisés aux prix du marché local.

Ces unités peuvent être implantées en milieu rural et de ce fait bénéficient de circuits raccourcis d'approvisionnement et de distribution et l'investissement est réduit par rapport aux unités industrielles. Mais, aujourd'hui, la gestion de ces unités est assurée par des projets ou des sociétés de développement rural et les contraintes à leur prise en charge par des privés et des organisations paysannes restent entières en particulier sur les aspects commercialisation, approvisionnement et stockage de la matière première et commercialisation des produits finis.

c) Au niveau artisanal et villageois

Les études ont d'abord été orientées sur la mise au point d'un décortiqueur depuis 1950. Dans les années 1960, le modèle FAO (cône avec battes en caoutchouc) malgré de mauvais résultats (usure rapide des battes et inadaptation aux grains non calibrés) a été diffusé à plus de 200 exemplaires (10).

4

Avec un rendement au décortiquage de 20% et des coûts de transformation de 30 fcfa/kg, le prix de revient des farines et semoules est compris entre 120 et 205 fcfa/kg (en comparaison le riz brisé est vendu 130 fcfa/kg).

5

Société de Développement des Fibres et Textiles

Les modèles diffusés actuellement sont équipés d'un dispositif de séparation du son et utilisent le principe de l'abrasion (disques ou meules) du grain à sec⁽⁶⁾:

- soit en discontinu (par "batches" de 8 kg maximum): le modèle CIS III de la SISMAR d'un coût de 1 300 000 fcfa en TTC avec un diesel de 5 cv (7, 11) et celui de PENE, artisan, d'un coût de 1 100 000 fcfa avec un diesel de 6 cv;
- soit en continu: le modèle CEEMAT⁽⁷⁾ équipé d'une chambre de 1 kg avec un moteur de 5 cv essence, d'un débit de 50 kg/h.

On compte environ une centaine d'unités aujourd'hui, dont il reste à définir les conditions de rentabilité économique et sociale.

La demande potentielle est forte et à terme, de nombreux moulins seront couplés à l'un ou l'autre type pour constituer de petites unités: moulin, décortiqueur, moteur (la SISMAR en propose une à 1 600 000 fcfa avec un diesel de 11 cv). Il y en aurait environ une cinquantaine répartie dans les principales villes et les villages-carrefour qui transforment à un coût de 30 fcfa/kg avec des frais d'approvisionnement et de distribution réduits, voire nuls. Aujourd'hui, la majeure partie des céréales locales vendues dans les marchés urbains provient de la transformation artisanale et communautaire ce qui prouve son importance stratégique dans la promotion de ces céréales.

2. LES ACQUIS ET LA SITUATION ACTUELLE SUR LE RIZ

Seule la production du riz sur les périmètres irrigués est abordée, car c'est la plus importante⁽⁸⁾. Ces périmètres sont situés dans la Vallée du Fleuve (zone SAED: près de 40 000 ha cultivés), dans le Bassin de l'Anambé (zone SODAGRI⁽⁹⁾: 1 500 ha cultivés), le long du fleuve Gambie (zone SODEFITEX: quelques centaines d'ha).

2.1. La récolte, le séchage, le battage

Historiquement dans la vallée du Fleuve, une partie de ces opérations étaient mécanisées avec du matériel utilisé en régie par la SDRS (Société

⁶ Utilisé à l'origine sur le PRL fabriqué au Canada qui fonctionnait avec une charge minimale de 15 kgs, nettement supérieure à la quantité moyenne de 4 kg traitée en milieu rural.

⁷ Centre d'Etudes et d'Expérimentation en Mécanisation Agricole et Technologie Alimentaire. Ce département a fusionné en 1992 avec le DSA (Département Systèmes Agraires) pour donner le SAR (Systèmes Agro-alimentaires et Ruraux).

⁸ En Casamance, le riz est cultivé traditionnellement sur de petites superficies en pluvial et dans les bas-fonds, mais la production est en général autoconsommée.

⁹ Société de Développement Agricole et Industrielle

de Développement de la riziculture au Sénégal) et la SAED¹⁰: moissonneuses batteuses entre 1955 et 1970, batteuses, ...

Dans les années 1980, les itinéraires les plus répandus étaient:

- la récolte manuelle à la faucille, le séchage et le stockage en meules, le battage au bâton par des "sourgas" (main d'œuvre rémunérée);
- la récolte manuelle à la faucille, le séchage et le stockage en meules, le battage mécanisé avec des batteuses de 600 à 1 500 kg/h;

Depuis 1987, après le désengagement de la SAED, des privés et des organisations paysannes se sont équipés en moissonneuses batteuses (une cinquantaine aujourd'hui) localisées surtout dans le delta du Fleuve et en batteuses Votex (une centaine en service). On estime que dans le delta, 30% des superficies sont récoltées à la moissonneuse-batteuse, 10% battues avec des batteuses, le reste est entièrement manuel. Les prix des prestations varient de 5 à 10% de la production pour les batteuses et 15% pour les moissonneuses batteuses (paddy en partie valorisé à 85 fcfa/kg).

A noter, le développement de la riziculture de saison sèche chaude dont la récolte intervient en hivernage (risques de pluies importants en particulier sur les périmètres de la SODAGRI), d'où des problèmes de séchage et de qualité du paddy à usiner. Le paddy d'hivernage est récolté à partir du mois de novembre (saison sèche); il est stocké dans des sacs à l'air libre (souvent plusieurs mois) avant d'être commercialisé. Son humidité descend très vite en-dessous de 14 et même 10%; à l'usinage ce paddy donne beaucoup de brisures consommées traditionnellement au Sénégal, mais ce paddy très sec et fortement clivé présente l'inconvénient de réduire le rendement usinage et d'entraîner de fines brisures dans le son.

2.2. Le stockage, la commercialisation et la transformation du paddy

Contrairement aux autres céréales, la commercialisation et la transformation du paddy a toujours été du ressort des sociétés régionales de développement rural à des prix intéressants (85 fcfa/kg de paddy aux producteurs) et subventionnés (la peréquation dont bénéficie la SAED est de 48 fcfa/kg de riz actuellement). Cette subvention de la CPSP (Caisse de Peréquation et de Stabilisation des Prix) est tirée des bénéfices de la vente des importations de riz brisé asiatique. Elle est nécessaire car un prix de riz blanc à 130 fcfa/kg ne couvre pas les frais de transformation d'un paddy acheté à 85 fcfa/kg (le rendement usinage de référence de la CPSP est de 65%).

Depuis quelques années, la SAED limite ses quantités commercialisées, car avec l'augmentation de la production, elle n'a plus les moyens ni techniques, ni financiers d'assurer la commercialisation et la transformation des quantités mises sur le marché: en 89/90, elle a commercialisé 45 000 tonnes sur une production estimée à 117 000 tonnes (3). Déjà en 1985, les décortiqueuses villageoises traitaient 5 500 tonnes de paddy par mois en période de pointe contre 2 250 tonnes pour la SAED

10

Société d'Aménagement et d'Exploitation des terres du Delta, du fleuve Sénégal et des vallées du fleuve et de la falémé

(12). Face à la saturation des capacités de transformation et aux retards de paiement et de commercialisation de la SAED, les paysans sont contraints de vendre leur paddy sur le "marché parallèle" entre 60 et 70 fcfa/kg, parfois moins.

Les types d'installation ne nécessitent pas les mêmes infrastructures et équipements :

- les **décortiqueuses villageoises** sont toutes des modèles **engelberg** de débits compris entre 250 et 450 kg/h entraînés par des moteurs électriques dans les villes et diesel dans les villages; elles sont installées sous des paillettes ou dans des cases en dur. Le prix d'achat, compris entre 1 et 3 millions de fcfa, est à la portée des GIE (Groupement d'Intérêt Economique) de paysans. Ces machines réalisent en général le décortiquage et le blanchiment en un seul passage (quelques rares cas de blanchisseurs incorporés) à un rendement d'usinage compris entre 55 et 70% suivant les besoins des clients (les balles et le son sont mélangés). Le riz obtenu a souvent besoin d'être vanné. Ces décortiqueurs sont souvent utilisés pour transformer les petites quantités destinées à l'autoconsommation: de 3 à 10 kg/client en moyenne.

- les **rizeries industrielles et semi-industrielles** sont équipées de décortiqueurs à meules et à rouleaux de capacité unitaire moyenne de 1,5 t/h. Les capacités plus importantes sont obtenues en mettant en parallèle des unités de base de 1,5 à 2 t/h. Avant transformation, le paddy acheté est nettoyé, puis stocké dans des silos ou magasins (en vrac ou en sacs); ensuite il est décortiqué (les balles sont éliminées) pour donner le riz cargo qui est trié (le paddy non décortiqué est renvoyé dans les décortiqueurs) avant de passer dans les blanchisseurs (élimination du son). Le produit obtenu peut-être séparé en plusieurs catégories: riz entier, fines et grosses brisures, puis conditionné. Pour des unités semi-industrielles de 1,5 t/h, il faut compter 23 millions de fcfa d'investissement en matériel, et environ 30 millions pour les infrastructures: bâtiments de l'usine et magasin de stockage de 600 tonnes.

Dans la vallée du Fleuve, les deux unités industrielles SAED ont une capacité de 8 t/h et celles en sous-traitance de 7 t/h (6 t/h pour Delta 2000 et 1 t/h à Thiago). Il y aurait 250 **décortiqueuses villageoises** qui transformeraient de 60 000 à 90 000 tonnes de paddy à des prix moyens compris entre 7 et 12 fcfa/kg. Ces machines sont de plus en plus utilisées par des "banas banas" (commerçants) pour transformer des produits destinés à la commercialisation: l'opération est rentable car ces commerçants achètent le paddy à des prix voisins de 60-65 fcfa/kg (13).

Dans le Bassin de l'Anambé, la SODAGRI possède une unité industrielle de 1,5 t/h avec un séchoir. Pour mieux valoriser le riz, la SODAGRI propose du riz entier vendu en sachets de 1 kg, mais l'expérience n'a pas eu le développement attendu. Il existe aussi des décortiqueurs Engelberg, mais utilisés principalement pour la transformation villageoise.

A Kédougou (Sénégal Oriental), la SODEFITEX a une unité de 1,5 t/h qui n'est pas suffisamment utilisée. En 10 ans, elle a transformé sa capacité annuelle.

Dans ces trois régions, l'Etat doit privatiser ses rizeries et se désengager de la commercialisation des produits (paddy et riz) dès 1993 dans la vallée du Fleuve. Mais dans un contexte économique aussi défavorable, les privés et les organisations paysannes ne sont intéressées par l'achat des usines existantes et par l'acquisition de nouvelles unités qu'à la condition de bénéficier de la péréquation par le biais de la sous-traitance (exemple de la SAED avec Delta 2000 et Thiago) ou de subventions sur les quantités transformées (en prévision 25 fcfa/kg de riz en 1993 et 15 fcfa/kg en 1994).

Les premières expériences de "minirizeries" (500 kg/h à 1 500 kg/h) et l'engouement actuel des paysans et des privés pour la transformation montrent qu'il y a lieu d'être très prudent et rigoureux sur les conditions d'installation, car les conditions économiques pour un prix de vente du riz voisin de 123 fcfa/kg aux grossistes (départ rizerie) est atteint avec un prix d'achat du paddy voisin de 70 fcfa/kg. De plus, l'implantation des rizeries industrielles et semi-industrielles se heurte à des contraintes importantes: financement et stockage de la commercialisation du paddy, gestion des usines, commercialisation des produits (riz entier, brisé, son, ...). A titre d'exemple, une unité de 1,5 t/h a une capacité annuelle de 3 500 t, d'où la nécessité de stocker 600 t pour 2 mois de travail, ce qui, en y ajoutant les besoins de fonctionnement de l'usine, nécessite un fonds de roulement voisin de 60 millions de fcfa (3).

3. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Les tentatives de mécanisation des opérations de récolte et de post-récolte au Sénégal ont montré que les solutions techniques proposées par la recherche et le développement agricole sont:

- performantes, mais souvent hors de portée du producteur pour les céréales en culture pluviale: exploitations trop petites, rendements faibles, coûts trop élevés;
- adaptées à la valorisation d'une production orientée vers la commercialisation, ce qui implique une réorganisation des filières actuelles (en cours de privatisation) et une politique des prix en conséquence: les modifications intervenues ces dernières années ont défavorisé les mils, sorghos et maïs au profit du riz importé (baisse du prix du riz de 160 à 130 fcfa/kg en 1988).

Les matériels diffusés à une échelle importante appartiennent rarement à des paysans individuels, mais à des privés et des organisations paysannes qui les utilisent surtout pour effectuer des prestations de service rémunérées. Les producteurs et les clients les utilisent pour des produits autoconsommés ou commercialisés. Ce sont:

- les batteuses à mil/sorgho (100 à 120), les égreneuses à maïs (quelques dizaines), les batteuses (une centaine) et moissonneuses-batteuses à riz (une cinquantaine);
- les moulins (4 000), les décortiqueurs à mil/sorgho/maïs (quelques dizaines) et à riz (350 à 400);

Seule la filière rizicole, organisée, structurée et protégée par l'Etat depuis plus de vingt ans, a connu un développement conséquent de la transformation industrielle qui a permis de commercialiser des surplus importants vers les zones urbaines. Pour les autres céréales, les tentatives de transformation industrielles se sont heurtées à des contraintes qu'elles n'ont pu surmonter: approvisionnement, commercialisation et qualité de la matière première, prix de revient des produits semi-finis non compétitifs du riz, produits proposés pas acceptés (pamblé, pâtes, ...) ...

Depuis quelques années, pour contourner ces difficultés de transformation à l'échelle industrielle (nationale), soit parce qu'elle est coûteuse (riz), soit parce qu'elle ne peut se mettre en place de façon significative (mil, sorgho, maïs), des unités semi-industrielles:

- mil, maïs et sorgho ont été expérimentées par des projets, des sociétés d'encadrement mais le transfert de la gestion à des organisations paysannes ou des privés ne s'est pas encore fait.
- riz ont été implantées depuis 1991 mais elles travaillent en sous-traitance pour la SAED, et de nombreux projets d'installation ont été déposés cette année auprès des bailleurs de fond.

Avec le désengagement de l'Etat de la commercialisation et de la transformation du paddy en perspective en 1993, les questions qui se posent rejoignent celles des filières mil, sorgho et maïs: comment vont évoluer la commercialisation des matières premières et celles des produits finis? Quels types d'unités de transformation vont se développer et gérées par qui?. Autant de questions sur lesquelles le CIRAD doit se pencher.

Au niveau villageois, les décortiqueuses à riz, les moulins et les décortiqueurs à céréales qui tiennent une place importante vont la conserver, voire l'augmenter. Les travaux à mener doivent s'intéresser en priorité aux points suivants :

- l'amélioration de la fabrication locale par l'utilisation de gabarits et de matériaux de qualité;
- l'introduction de décortiqueurs engelberg de plus faibles capacités (environ 100-150 kg/h) que ceux utilisés aujourd'hui pour la transformation des petites quantités (moins de 10 kg/client) correspondant aux besoins d'autoconsommation;
- le suivi d'unités villageoises de transformation de petite capacité (50-150 kg/h) (mouture et décorticage) pour mil/sorgho/maïs entraînées par un seul moteur d'un coût ne dépassant pas celui d'un moulin conventionnel (moins de 2 000 000 fcfa).

Au niveau semi-industriel, la privatisation en cours de la commercialisation et de la transformation des céréales nécessite la mise en place d'études sur des unités semi-industrielles en gestion paysanne ou privé qui commercialisent, stockent et transforment:

- installation et suivis de "minirizeries" de 800 kg/h à 1 500 kg/h;
- introduction et études d'unités de transformation des mils/sorgho/maïs de 1 à 2 t/j (exemple de la SODEFITEX).

Ces opérations doivent être considérées comme des activités de recherche-développement dont les objectifs visent:

- l'amélioration des performances des installations;
- la diminution des coûts de transformation;
- la mise au point d'outils d'aide à la décision pour le choix et la gestion d'unités de transformation;
- et l'acquisition d'un savoir-faire.

Les principaux thèmes d'études, impliquant la participation de disciplines techniques, économiques et sociales, portent sur:

- la formation et le suivi des paysans dans la gestion de ces unités;
- l'amélioration de la qualité de la matière première et des produits transformés;
- l'étude des besoins des populations cibles, des circuits de commercialisation et des stratégies commerciales à développer.

Face à toutes ces nouvelles responsabilités des paysans et des privés, la mise en place de programmes de formation est indispensable sur l'ensemble des aspects techniques et économiques couvrant les opérations de récolte, battage et transformation.

BIBLIOGRAPHIE

1. BASSEY M.W., MBENGUE H.M., 1990. Performances of abrasive disk dehullers. In: "Mechanics of mobility", Queen's University, Canada.
2. GABAS J.J., GIRI J., 1987. Bilan de la situation alimentaire dans le Sahel. In: "Les politiques céréalières dans les pays du Sahel", Actes du colloque de Mindelo, Cap Vert, 1-6 décembre 1986.
3. HAVARD M., 1992. Situation et perspectives pour la transformation du paddy dans la vallée du fleuve sénégal. Saint-Louis, ISRA, 14 p.
4. LACHAUD C., 1991. Evaluation technique et socio-économique d'un décortiqueur à mil/sorgho. Mémoire de fin d'études. Montpellier, ENSIA, 81 p.
5. MBENGUE H.M., 1986. Les équipements et matériels de traitement post-récolte des céréales au Sénégal. Résultats d'enquêtes dans les régions de Diourbel et Thiés. Dakar, ISRA, document de travail 86/5, 39 p.
6. MBENGUE H.M., 1986. La mécanisation de la tranformation des céréales au Sénégal : aspects techniques et nutritionnels. Dakar, ISRA, document de travail 86/7, 23 p.
7. MBENGUE H.M., 1989. Etude d'un décortiqueur adapté aux besoins de transformation artisanale des mils, maïs et sorgho au Sénégal. In : Céréales en régions chaudes : conservation et transformation, séminaire AUFELF/UREF, Ngaoundéré, Cameroun, 22-26 février 1988, p. 255-263. Paris, Editions John Libbey Eurotex.
8. MBENGUE H.M., 1990. Projet 3-P-84-0016/02. Résultats techniques et socio-économiques. Atelier sur les études de cas relatifs aux systèmes de transformation, Dakar, Sénégal, 14-16 novembre 1990.
9. MBENGUE H.M., HAVARD M., 1986. Résultats de l'enquête sur la technologie post-récolte des céréales dans les régions de Diourbel et Thies. Dakar, ISRA, document de travail 86/8, 40 p.
10. MBENGUE H.M., HAVARD M., 1986. La technologie post-récolte du mil au Sénégal. Importance relative des filières et des techniques utilisées. Etudes des différents niveaux de mécanisation. Machinisme Agricole Tropical 93 : 21-47.
11. MBENGUE H.M., SECK I., 1991. Projet de création d'un décortiqueur au Sénégal. Rapport final phase I. Bambey, ISRA, 72 p.
12. MORRIS M., 1986. The cereals sub-sector in the Senegal River-Valley. A marketing policy analyses. Michigan State University, Departement of Agricultural Economics, 347 p.
13. TANDIA D., HAVARD M., 1992. La transformation du paddy dans la Vallée du Fleuve Sénégal. Etudes et Documents ISRA, Vol 5, N°1 : 1-57.

Tableau : Productions et importations céréalières au Sénégal

	PRODUCTIONS EN 1 000 T				IMPORTATIONS EN 1 000 T				
	Mil Sorgho	Maïs	Riz paddy	Total	Blé	Riz	Maïs	Aide	Total
1977	491	45	84	620	201	218	21	29	469
1978	795	47	127	969	169	184	12	69	434
1979	496	45	121	662	124	352	9	13	498
1980	545	57	59	661	85	279	20	76	460
1981	736	78	103	917	112	321	4	103	540
1982	585	82	95	762	122	359	5	83	569
1983	352	60	108	520	118	360	8	105	591
1984	471	98	136	705	129	270	33	152	584
1985	950	147	147	1.244		340			563
1986	634	108	148	890		320			449
1987	801	114	136	1.051		175*			346
1988	594	123	146	863		267			
1989	766	131	168	1.065		374			

LEGENDE

* Tentative de libéralisation de l'importation en 1987 par la CPSP (Caisse de Péréquation et de Stabilisation des Prix).

SOURCE

1. Notes d'informations et statistiques de la Banque Centrale des Etats de l'Afrique de l'Ouest. 1983: n°313; 1984: n°325; 1990: n°393; 1991: n°401.

2. GABAS J.J., GIRI J., 1987.

3. DISA (Direction de la Statistique Agricole) du Ministère du Développement rural et de l'Hydraulique.

ATELIER POST-RECOLTE

1er septembre 1992

Les actions communes Recherche/Industrie (GAUTHIER)

D. PALLET



GAUTHIER SA
Parc Scientifique Agropolis II - Bât. 5
Boulevard de la Lironde
34980 MONTFERRIER SUR LEZ

Tél : 67 61 11 56
Télex 485 762
Fax : 67 54 73 90

ATELIER CIRAD - SAR

" POST RECOLTE ET PREMIERES TRANSFORMATIONS "

LES ACTIONS COMMUNES RECHERCHE / INDUSTRIE

à travers une étude de cas :

**Conception et mise en oeuvre
d'une unité semi -industrielle de transformaation du riz
adaptée aux régions chaudes**

8/09/92	ATELIER POST RECOLTE 92	Folio 1/7
---------	-------------------------	-----------



I. LE DEVELOPPEMENT TECHNIQUE

Classiquement, on peut distinguer quatre phases au développement de nouveaux équipements

• PHASE 1 : L'idée, les prototypes (1984 à 1989)

L'idée vient du CIRAD à partir d'une demande identifiée . Il existe deux filières pour l'usinage du riz : les rizeries de type industriel (quelques tonnes/h) et les décortiqueurs de petite capacité, type Engelberg . Très peu d'unités semi industrielles alliant facilité de mise en oeuvre et qualité d'usinage sont en service.

La mise au point d'un **prototype** de chaque équipement par le CIRAD comprend :

- conception et réalisation de **maquettes** ; le plus souvent à l'échelle 1 pour chaque partie de machine,
- essais, **mise au point** mécanique et définition empirique des paramètres de fonctionnement,
- **construction** des prototypes,
- **essais** des prototypes en conditions réelles : Mana/Guyane et Richard Toll/Sénégal.

Le choix des **partenaires industriels** repose sur quelques critères :

- la **motivation**
- la **stratégie** de développement (gamme, capacité des équipements ...)
- la capacité et la volonté d'**investissement** en R & D

• PHASE 2 : L'étude de marché (1989)

- sous traitée à un organisme spécialisé et neutre,
- objet : confirmer ou infirmer l'existence d'un marché pour des équipements de transformation du riz de capacité semi-industrielle,
- région ciblée dans le cadre de l'étude : Afrique de l'Ouest.



• **PHASE 3 : Le passage à l'état de pré-série industrielle (1990 à 1992)**

- Rédaction du **cahier des charges** des équipements tenant compte de toutes les données techniques et de marché acquises dans les phases précédentes.
- **Conception** des équipements à travers une collaboration très étroite c.a.d. un an de travaux continus rythmés par une réunion de chantier hebdomadaire réunissant les trois "binomes" ingénieurs de projet, ingénieurs bureau d'études et dessinateurs .
- **Essais à vide** chez constructeur.
- **Essais en charge** dans la halle de technologie du. CIRAD (riz camargais) ; réglages et modifications mécaniques.
- Dans le cas du décortiqueur, de nombreuses modifications ont entraîné la reprise complète des plans et la construction d'une nouvelle machine.

• **PHASE 4 : L'Adaptation et mise au point en condition de production tropicale**

Partenaires Recherche :

FOFIFA... homologue CIRAD
SMA ... par courtoisie

Partenaire Industriel :

Sté MAFI ... Nous lui avons confié la sous-traitance des éléments de manutention (élévateurs à godets, boisseaux ...) à partir de nos plans ; mais la qualité légère des fabrications et des stratégies commerciales divergentes ont eu raison de cette collaboration.

Implantation à Madagascar sur le lac Alaotra :

La recherche d'un **site d'accueil** s'est avérée difficile dans le contexte Malgache pour le moins troublé ; trois lieux ont été successivement et sérieusement envisagés :

Centre Semencier d'Anosiborybory ... demande trop importante pour les moyens du projet,

SOMALAC ... fermée pour privatisation en cours de programme,

MIHARY SARL ... promoteur privé motivé retenu .

8/09/92	ATELIER POST RECOLTE 92	Folio 3/7
---------	-------------------------	-----------



II. DEVELOPPEMENT COMMERCIAL

• Partenariat Commercial

On ne vend pas "sur catalogue" en PED ... La **représentation** est indispensable et comprend :

- le contact fréquent avec le client,
- la démonstration des équipements,
- le montage des dossiers de demande de crédit,

et les **services** associés :

- le montage, la mise en route, la formation du personnel,
- le service après-vente.

La **concurrence** pour ce type d'équipements n'est pas directe ; elle se situe au niveau d'une part des constructeurs Européens (Schule, Buhler, Olmia, ...) qui proposent des équipements de capacité industrielle ; mais surtout des constructeurs des pays semi-industrialisés (Corée , Brésil ...).

Les offres doivent être adaptées aux conditions locales rédigées en **collaboration avec le CIRAD** pour prendre en compte :

- les variétés de riz : rond, long , luxe,
- la technique de récolte : parcelles , battage, l'acheminement à l'usine,
- les habitudes alimentaires : brisure, propreté, taux de blanchiment ...

• Partenariat Technique

Le **montage** local d'éléments et, à plus long terme, la fabrication locale partielle d'éléments sont envisagés. Les références et le parc machine demandés font que très peu d'ateliers peuvent être retenus.

Par contre, un relais local pour les montages et la **maintenance** des unités est indispensable ; il s'agit dans cette optique d'un atelier de mécanique chaudronnerie ; de préférence attaché au partenaire commercial .

Pour les projets importants ; nous négocions actuellement une association avec un constructeur Européen

• Environnement commercial :

La **vente** des unités s'intègre au sein de différents schémas :

Programmes régionaux de développement agricole (ex : Irrigation IV au Sénégal dans lequel intervient le CIRAD)

Programmes nationaux de restructuration filière (ex : FED PME au Sénégal, investisseurs privés à Madagascar).

Développement de collectivités territoriales en Nouvelle Calédonie ou de collectivités régionales PIAR de Guyane ...



III. DONNEES FINANCIERES

• Coûts du Programme et Financements :

Les coûts sont la somme des salaires et des coûts marginaux ; essentiellement les fabrications mécaniques et les déplacements.

	Coûts totaux CIRAD et GAUTHIER	Financement CIRAD et GAUTHIER
• Phase 1 : (5 ans) - Innovation - Réalisation des prototypes	Difficile à chiffrer sur 5 ans	CRITT - TRIAL 200 kF
• Phase 2 : (2 ans) - Etude de marché	Sous-traitance : 120 kF	Conseil Général Hérault 100 kF
• Phase 3 : (qques sem.) - Transfert industriel	• <u>Salaires</u> (1.400 kF) - 8 000 h dessinateur - 1 200 h d'ingénieur BE - 600 h d'ingénieur de proj. • <u>Coût marginaux</u> (900 kF) - Investissement	ANVAR Languedoc : 1 000 kF (remboursable) ANVAR PVD : 500 kF
• Phase 4 : (qque mois) - Partenariat avec entreprise d'un pays du champ.	• <u>Salaires</u> (165 kF) - 1 000 h technicien - 250 h d'ingénieur de proj. • <u>Coût marginaux</u> (400 kF)	Ministère Coopération Réseau TPA : 300 kF Soumission en 89 à A.O. Cordet pour Nlle Calédonie mais non retenue
TOTAL	3 000 kF	aides : 1 100 kF emprunt : 1 000 kF autofinancé : 900 kF

C'est manifestement un investissement des partenaires.

8/09/92	ATELIER POST RECOLTE 92	Folio 5/7
---------	-------------------------	-----------



• Résultats Commerciaux 1992

Pour fixer les idées : 1 décortiqueur : 80 000 FF
 1 prénettoyeur, 1 trieur : 45 000 FF
 1 unité complète 800 kg/h : 300 000 FF
 1 unité complète 1600 kg/h : 500 000 FF

	Equipements objet du programme	Autres équipements (montage, ...)	TOTAL
Réalisé au 09/92	900.000	800.000	1.700.000
Prévision année 92	1.000.000	1.000.000	2.000.000
Marge nette			
- Gauthier	0 %	30 %	15 %
- SAR	3 %	-	-
- ANVAR	10 %	-	-
-revendeur local	20 %	20 %	20 %



IV. CONCLUSIONS, OBJECTIFS

Pour l'entreprise, des objectifs précis pour 92-93 :

- Réaliser **30 % de notre CA** dans la transformation du riz c.a.d. 2,5 à 3 MF.
- **Etre reconnu** dans ce secteur à l'échelle semi-industrielle sur quelques pays ciblés : Sénégal, R.C.I., Madagascar.

Les imprévus :

- Phase d'essais en conditions réelles sur Madagascar beaucoup plus longue que prévue, due en partie à une situation locale instable mais aussi à la difficulté d'identifier des partenaires professionnels et motivés .
- Des marges sur la vente des équipements beaucoup plus faibles que dans le prévisionnel ; c'est le "sacrifice" pour pénétrer le marché.

L'innovation technique a été un **tremplin** pour entrer dans le secteur de la transformation du riz, en entraînant avec nous le CIRAD-SAR pour une collaboration dans des projets industriels .

8/09/92	ATELIER POST RECOLTE 92	Folio 7/7
---------	-------------------------	-----------

ATELIER POST-RECOLTE

1er septembre 1992

Technologie post-récolte du café/cacao

M. BAREL

LA TECHNOLOGIE AU CIRAD-IRCC

Michel B A R E L, Ingénieur de recherche

Août 1992

L'action du service de technologie de CIRAD-IRCC porte sur l'étude et l'amélioration de chaque étape du traitement post-récolte du café et du cacao.

Elle consiste

- soit à mieux comprendre les mécanismes physiques, dans le but d'augmenter les performances et les rendements, tout en simplifiant le travail des intervenants,
- soit à analyser les transformations chimiques du produit en cours de traitement, pour perfectionner ensuite les procédés dans l'optique d'améliorer la qualité.

CACAO

Technologie

Après leur récolte, les cabosses, fruits du cacaoyer sont cassées et les graines qu'elles contiennent en sont extraites. Elles subissent alors une série de transformations qui produiront le cacao marchand.

Tout d'abord, les graines, entourées d'une pulpe sucrée abondante, sont inoculées spontanément par les microorganismes de l'environnement. Une fermentation alcoolique se développe dans la pulpe, suivie d'une fermentation acétique.

Au cours de ces fermentations, la pulpe se dégrade et s'écoule sous forme de jus. Pendant ce temps, à l'intérieur des cotylédons, des réactions biochimiques, transforment les réserves de la graine en précurseurs de l'arôme chocolat. (Ce dernier ne se développera qu'au cours de la torréfaction des fèves de cacao).

Au bout de 5 à 7 jours, la fermentation est arrêtée et le cacao est mis à sécher.

Durant le séchage, la plus grande partie de l'acide acétique formé pendant la fermentation - et indispensable aux réactions biochimiques - est évacué en même temps que l'eau.

Amené à une teneur en eau de 7 %, le cacao peut enfin être conservé et commercialisé.

Fermenteur

Les récents travaux de CIRAD-IRCC sur la technologie du cacao ont porté principalement sur la maîtrise des opérations de fermentation :

Jusqu'alors, la "fermentation" du cacao était réalisée de façon empirique et aléatoire et la qualité du cacao obtenu dépendait essentiellement du savoir faire du producteur et des aléas rencontrés.

L'étude approfondie des différents paramètres physico-chimiques du cacao en fermentation a permis de concevoir un système de suivi de la fermentation. Ce système utilise des capteurs reliés à un computer qui détermine les séquences de la fermentation en fonction de la qualité de cacao souhaité.

Ce système de contrôle a été adapté à deux types de fermenteurs automatisés : un fermenteur dérivé des systèmes classiques à bacs et un fermenteur à tambour rotatif.

Un brevet a été pris et la licence en a été concédée à la SA GAUTHIER, qui a collaboré aux essais.

Séchoir

Tous les soins apportés à la fermentation pour avoir un cacao aromatique peuvent être anéantis par un mauvais séchage. Le séchage artificiel, en particulier, est responsable de la rétention de l'acide acétique formé pendant la fermentation.

C'est pourquoi il convient de mettre sur le marché une ligne complète fermenteur-sécheur, plutôt que le fermenteur seul.

Dans ce but, CIRAD-IRCC entreprend maintenant une étude du séchage du cacao qui doit déboucher sur un séchoir contrôlé, adapté aux spécificités du cacao.

(Notons que le cacao étant un produit plus difficile à sécher que le café, les résultats obtenus pourront être facilement transférés au café).

L'étude se divise en deux parties :

- Une approche fondamentale, réalisée avec le Laboratoire de Génie Civil de l'USTL, permettra d'étudier les cinétiques, transferts de chaleur et transferts de matière de façon à pouvoir optimiser les paramètres du séchage.

Cette étude sera réalisée sur une boucle mobile, commune à CIRAD-IRCC et à CIRAD-IRCA.

- La deuxième partie prendra en compte le comportement spécifique du cacao : collage en début de séchage, déformation des fèves, phénomènes de croûtage et fragilisation de la coque, et servira de base à la réalisation d'un séchoir-prototype.

L'objectif fixé est double :

- obtenir en un temps très court (de l'ordre de 24 heures) un cacao de qualité semblable à celui obtenu en séchage solaire, en particulier au niveau de l'acidité acétique résiduelle,
- et diminuer d'au moins 20 % l'énergie consommée en séchage mécanique classique.

CAFE

Technologie

Après récolte, la cerise du caféier subit une série de transformations qui va aboutir à l'obtention de la graine verte, séchée.

Deux méthodes de transformations existent : la VOIE SECHE et la VOIE HUMIDE.

La VOIE SECHE est une mise en séchage des cerises, en général au soleil, et conduit au CAFE COQUE. La coque regroupant l'ensemble des enveloppes séchées.

Le café coque est ensuite usiné : après décorticage mécanique, les grains de café vert sont triés et donnent le café marchand "nature".

La VOIE HUMIDE est une transformation plus complexe, qui nécessite des équipements, de l'eau en quantité et une technicité certaine.

Bien conduite, la Voie Humide donne un café vert "lavé" de qualité supérieure.

Les cerises sont d'abord débarassées de la peau et de la pulpe dans des dépulpeurs mécaniques à disque ou à tambour, puis la pulpe résiduelle est dégradée par action microbienne ou chimique ou mécanique, enfin le café dit "café parche" est lavé et mis en séchage comme dans le cas de la Voie Sèche.

Le café parche sec subit un usinage exactement semblable à celui du café coque.

Prenons quelques exemples d'études menées sur le café par les technologues de CIRAD-IRCC :

- Concernant le **dépulpage**, la recherche d'une diminution de la consommation en eau est une priorité absolue pour deux raisons :

- d'une part pour rendre possible l'utilisation de la voie humide dans des régions où l'eau est peu abondante,
- d'autre part pour diminuer les rejets d'eaux usées, source d'une pollution organique très importante.

- * En collaboration avec la SA GAUTHIER l'étude de nouveaux matériaux pour la fabrication des disques et tambour est en cours.

- * Au Burundi, une unité expérimentale, utilisant des dépulpeurs colombiens à tambour vertical, est testée comparativement aux unités classiques.

- * Enfin un vaste programme de recherche sur l'épuration des eaux résiduaires des stations de dépulpage est entrepris en Amérique Latine (Mexique, Costa Rica, Guatemala).

- Le **trempage** du café, au cours des différentes étapes de la voie humide, est étudié pour définir de quelle façon il améliore la qualité gustative et de quelle façon cette opération pourrait être optimisée.

- Au niveau de l'usinage, le **décorticage** actuellement pratiqué dans la plupart des pays producteurs est une opération coûteuse, de rendement médiocre, produisant un trop fort pourcentage de sous-produits.

La mise au point et l'expérimentation en grandeur réelle d'un décortiqueur dit "à cage à barreaux" a permis de mettre sur le marché un équipement performant évolutif, capable de décortiquer de 400 kg de café coque à l'heure, jusqu'à 7 tonnes/heures, avec les meilleurs rendements possibles.

- Enfin, il faut citer les problèmes posés par la **récolte** du café, qui constitue le goulot d'étranglement de la caféiculture.

Quatre vingt dix pour cent de la caféière mondiale est faite de petites exploitations de quelques hectares, où la récolte est pratiquée manuellement. Pour obtenir un produit de qualité, le café doit être cueilli cerise par cerise, ce qui demande une main d'œuvre très importante souvent difficile à réunir.

L'étude d'un pistolet récolteur adapté, tel qu'il en est utilisé en Europe pour la récolte des petits fruits, est en train d'être mise en place, avec la collaboration d'un fabricant de ce type de matériel.

- Concernant la transformation industrielle du café, CIRAD-IRCC entretient des liens très étroits avec les torréfacteurs.

Citons quelques actions récentes telles que

- l'étude de la conservation du café torréfié sous différents emballages,
- l'analyse de l'influence des différents modes de torréfaction sur les quantités de mouture à utiliser,
- et bien sûr les stages mensuels destinés aux acteurs de toute la filière café.

ATELIER POST-RECOLTE

1er septembre 1992

Transformation du Néré

T. FERRE



VALORISATION DU NERE

(*Parkia biglobosa*)

Thierry FERRE / CIRAD-SAR

entre
coopération
internationale
recherche
agronomique
pour le
développement

département
des systèmes
agroalimentaires
ruraux
CIRAD-SAR

Unité
de recherche
Innovations
dans les systèmes
agricoles et
agroalimentaires"

477,
avenue du Val
de Montferrand
P 5035
4032 Montpellier
Cedex 1
France
Téléphone :
07 61 56 23
Télécopie :
07 61 12 23
Téléfax :
085221 F

LE NETETOU, UN CONDIMENT TYPIQUEMENT AFRICAÏN.

Le néré (*Parkia biglobosa*) est une légumineuse arbustive dont l'aire de distribution en Afrique s'étend de la Gambie jusqu'au Cameroun. Le fruit est consommé pour sa pulpe farineuse et sucrée, mais surtout pour ses graines qui après une longue préparation, donnent un condiment fermenté. Les modes de transformation et les formes de commercialisation du produit varient d'une région à l'autre. Il est partout présent sur les marchés africains où on le rencontre sous différentes appellations: "nététou" au Sénégal, "sumbala" au Mali ou en Guinée, ou encore "dadawa" ou "iru" au Nigeria.

On peut évaluer la consommation annuelle de la population de cette partie de l'Afrique à plusieurs dizaines de milliers de tonnes. Dans la seule région Nord du Nigeria, près de 200 000 tonnes de graines sont collectées chaque année pour être transformées.

Au même titre que le "nuoc-mâm" en Asie du Sud-est, ce condiment est sans conteste un ingrédient majeur de la cuisine africaine. Le nététou à l'arôme très prononcé, est utilisé pour rehausser le goût des sauces qui accompagnent les céréales comme le riz, le mil ou le sorgho. Nos enquêtes réalisées à Dakar notent sa présence dans la plupart des principaux plats de la cuisine sénégalaise. Il y côtoie fréquemment d'autres agents de sapidité généralement connus sous la dénomination de "bouillon cube". Ces produits issus de l'industrie agro-alimentaire ont connu une diffusion très rapide en Afrique. Ils s'intègrent parfaitement dans les préparations culinaires et sont vendus en petites portions très appropriées à la vente au micro détail où la plaquette coûte de 20 à 25F CFA. De plus les "bouillons cubes", Maggi et autre Jumbo, bénéficient d'une publicité tapageuse qui envahit les ondes radio et se remarque partout (tee-shirt, casquettes, bols et autres gadgets).

Malgré ces concurrents sérieux, le nététou véritable "cube local", est resté très populaire et consommé de tous sans distinction de classe ou de revenu. Produit traditionnel ancré dans les habitudes alimentaires, il présente lui aussi, l'intérêt d'être fractionnable et vendu à un prix accessible par tous de l'ordre de 10F CFA l'unité. Il semble malgré tout, qu'à terme il lui faille s'adapter pour mieux répondre aux attentes des consommateurs, notamment en milieu urbain. Comme la plupart des produits traditionnels africains, il n'a peu ou pas bénéficié d'un appui de la recherche. Bon nombre d'étapes de sa fabrication ou de sa commercialisation sont susceptibles d'améliorations

La fabrication du nététou: un procédé long et complexe.

La première opération de transformation du néré consiste à faire bouillir les graines durant 12 à 24 heures. Cette opération est destinée à ramollir l'enveloppe externe, extrêmement résistante. A l'issue de ce traitement, l'enveloppe est suffisamment tendre pour être séparée des cotylédons. Ce décorticage s'opère, au pilon et mortier, en rajoutant du sable qui joue le rôle d'abrasif et facilite ainsi l'opération.

Le lavage qui suit, permet d'éliminer le sable et les coques réduites en poudre par le décortilage. Il s'agit là d'une opération importante qui conditionne en grande partie, la qualité du produit fini, le consommateur ne devant pas retrouver d'impuretés dans celui-ci. Les sous-produits, coques et sables, sont utilisés comme compost dans les champs de case ou dans les blocs maraîchers. Les cotylédons, ainsi propres, ont une consistance ferme et une couleur brun clair. Ces deux opérations, décortilage et lavage, auront nécessité près de 3 heures de travail effectif pour 25 kg de graines.

Une nouvelle cuisson débute alors, elle durera près de 3 heures. Après égouttage, les cotylédons sont placés dans des sacs en toiles de jute ou en Nylon et laissés à fermenter pendant 48 à 72 heures. C'est au cours de la fermentation que se développent les caractéristiques organoleptiques du nététo: forte odeur, goût prononcé et couleur brun foncé. Les bactéries de type *Bacillus sp.* sont les principaux micro-organismes qui se développent au cours de cette fermentation. Suivent un salage ainsi qu'un séchage partiel permettant une meilleure conservation du produit fini.

Une activité de saison sèche très incertaine.

Au Sénégal, la majorité du nététo commercialisé sur les marchés de Dakar est produit en Basse-Casamance. Dans cette région, la transformation du néré est une activité féminine qui a connu un essor particulièrement notable, au cours de ces vingt dernières années. En effet, l'exploitation de ce produit de cueillette permet au producteur de diversifier ses sources de revenus, face à une baisse de la production rizicole et à une chute des cours de l'arachide. Ainsi, une femme peut espérer un gain de 12 000 à 15 000F CFA par campagne de production. Ces revenus lui permettront essentiellement d'acheter du riz et de pourvoir aux besoins domestiques et vestimentaires de la famille.

Dans la région du Fogny, entre le fleuve Casamance et la Gambie, les opérations de transformation s'étalent sur toute la période du mois décembre au mois de juin. Là, des groupements, de quelques membres à plus d'une trentaine, se constituent à l'échelle du quartier traditionnel ou "Kalolé". Leur niveau de production est très variable, d'un groupement à l'autre et d'une saison à l'autre. En effet, les femmes réalisent un travail en prestation de service qui dépend d'un seul et même intervenant, en amont et en aval de leur activité. Certains groupements peuvent traiter jusqu'à 15 tonnes de graines durant la campagne alors que d'autres, faute d'approvisionnement en graines, n'ont pu travailler voyant là une source de revenu importante leur échapper.

Les graines de néré sont livrées aux groupements en sacs de 120 kg par un commerçant. Après production du nététo, le même commerçant récupère le produit pour le commercialiser à Dakar. Les femmes sont payées 2500F CFA par sac de graines à transformer. Mais souvent, ce paiement n'intervient que plusieurs mois après que le produit fini, le nététo, ait été emporté par le commerçant.

Alléger les opérations de transformation: la mécanisation du décortilage.

Les activités du CIRAD-SAR (Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement- Département des Systèmes Agro-alimentaires et Ruraux) sur le nététou reposent avant tout, sur la mise en place d'un partenariat avec une organisation paysanne, le CADEF (Comité d'Action pour le Développement du Fogny) qui compte près de 45 groupements de producteurs répartis dans 38 villages de la région du Fogny en Basse-Casamance. Les travaux ont été réalisés en collaboration avec l'ISRA (Institut Sénégalais de Recherche Agricole), l'ENEA (Ecole Nationale d'Economie Appliquée) et le CIEPAC (Centre International d'Education Permanente et d'Aménagement Concerté).

Le décortilage de la graine de néré constitue le principal goulot d'étranglement. En effet, outre que le décortilage manuel reste une opération longue et pénible, la cuisson préalable nécessite énormément de bois. Partant de ce constat, notre travail s'est orienté vers la recherche d'alternatives pour le décortilage mécanique à sec du néré. Cette option technique va modifier la chaîne opératoire de telle sorte que les opérations de première cuisson, de décortilage au pilon/mortier et de lavage seront éliminées.

Différents prototypes ont été construits avec l'aide d'une petite P.M.E. locale, E.C.M. (Entreprise de Construction Métallique de Ziguinchor). Ceci a permis d'ajuster la conception de l'équipement aux contraintes locales de fabrication (degré d'équipement de l'entreprise locale, qualification du personnel, facilité d'approvisionnement en différents matériaux, coût de fabrication...).

Cette recherche a abouti à la mise au point d'un équipement motorisé assurant à la fois le décortilage et le nettoyage du produit. Cet équipement conçu pour la fabrication locale, possède une capacité de 70-80 kg/heure et un taux de décortilage de plus de 98%.

Améliorer les circuits commerciaux.

Améliorer les conditions de préparation du nététou et augmenter la productivité des ateliers ne suffit pas tant que les groupements de femmes se trouvent aussi dépendants des commerçants. Une étude de filière a été réalisée au Sénégal dans le but de renforcer le pouvoir de négociation des groupements.

Parallèlement, un nouveau circuit de commercialisation du nététou a été testé. Des ressortissants de la région du Fogny installés à Dakar ont créé un GIE "JAMOORAY", qui regroupe 80 revendeurs environ. Il s'agit sur la base des relations de confiance existant entre ces deux communautés, de créer une filière de commercialisation directe du nététou. D'autres expériences de mise en place de réseaux intégrés de commercialisation (vente d'huile de palme, de poissons secs, d'huîtres séchées...), à travers les associations de ressortissants casamançais à Dakar ont été expérimentés au cours de ces dernières années. Conscients des limites de cette approche, les associations

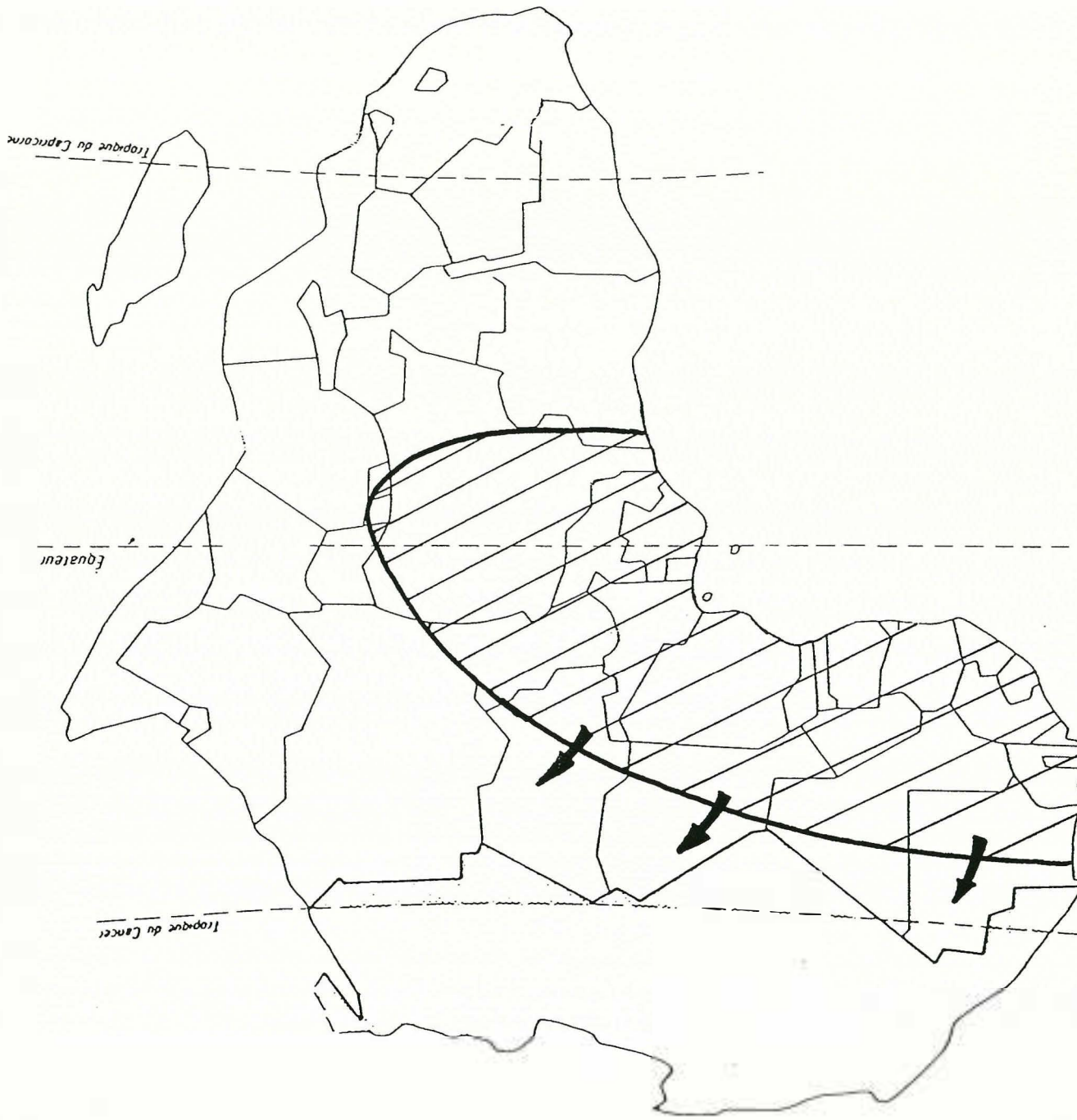
paysannes de la région tentent de réunir leurs efforts au sein de CORD (Coordination des Organisations Rurales du Département de Bignona). Une meilleure maîtrise des circuits commerciaux passe de toute évidence par l'existence d'un fort mouvement d'organisation des producteurs.

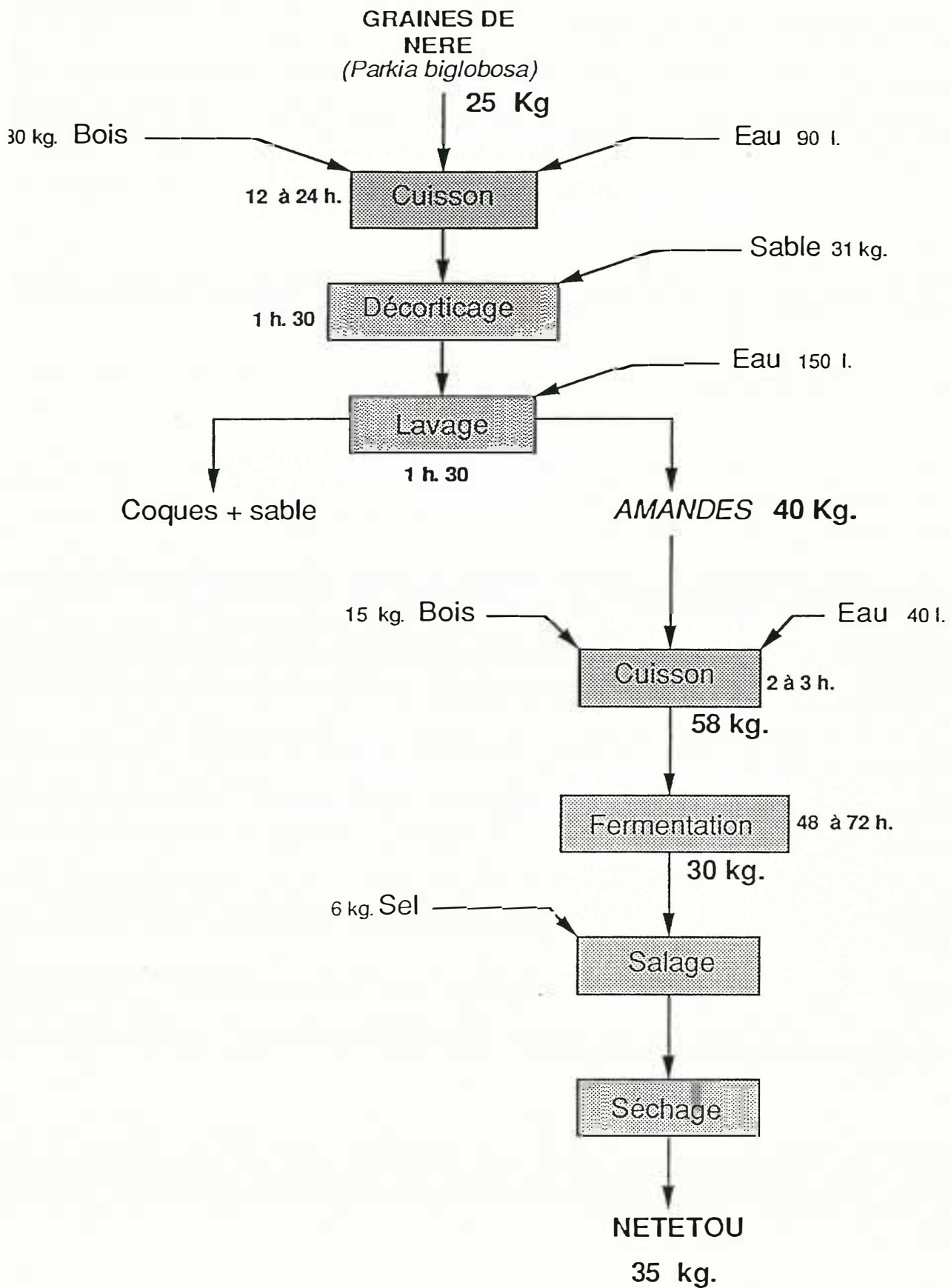
Mieux connaître l'évolution de la demande.

L'enquête de consommation alimentaire réalisée à Dakar auprès d'un échantillon de 250 ménages, nous a permis de mieux connaître les modes d'utilisation du nététo et les inconvénients susceptibles à terme de réduire sa consommation. Les ménagères critiquent unanimement les faibles conditions d'hygiène lors de sa préparation et de sa commercialisation. Aussi, toutes lavent le nététo avant de l'utiliser dans les plats. De plus, le nététo est la plupart du temps broyé par la ménagère avant d'être utilisé. Cette meilleure connaissance de la consommation du nététo, nous a conduit à mettre au point différents produits susceptibles de mieux répondre à la demande actuelle.

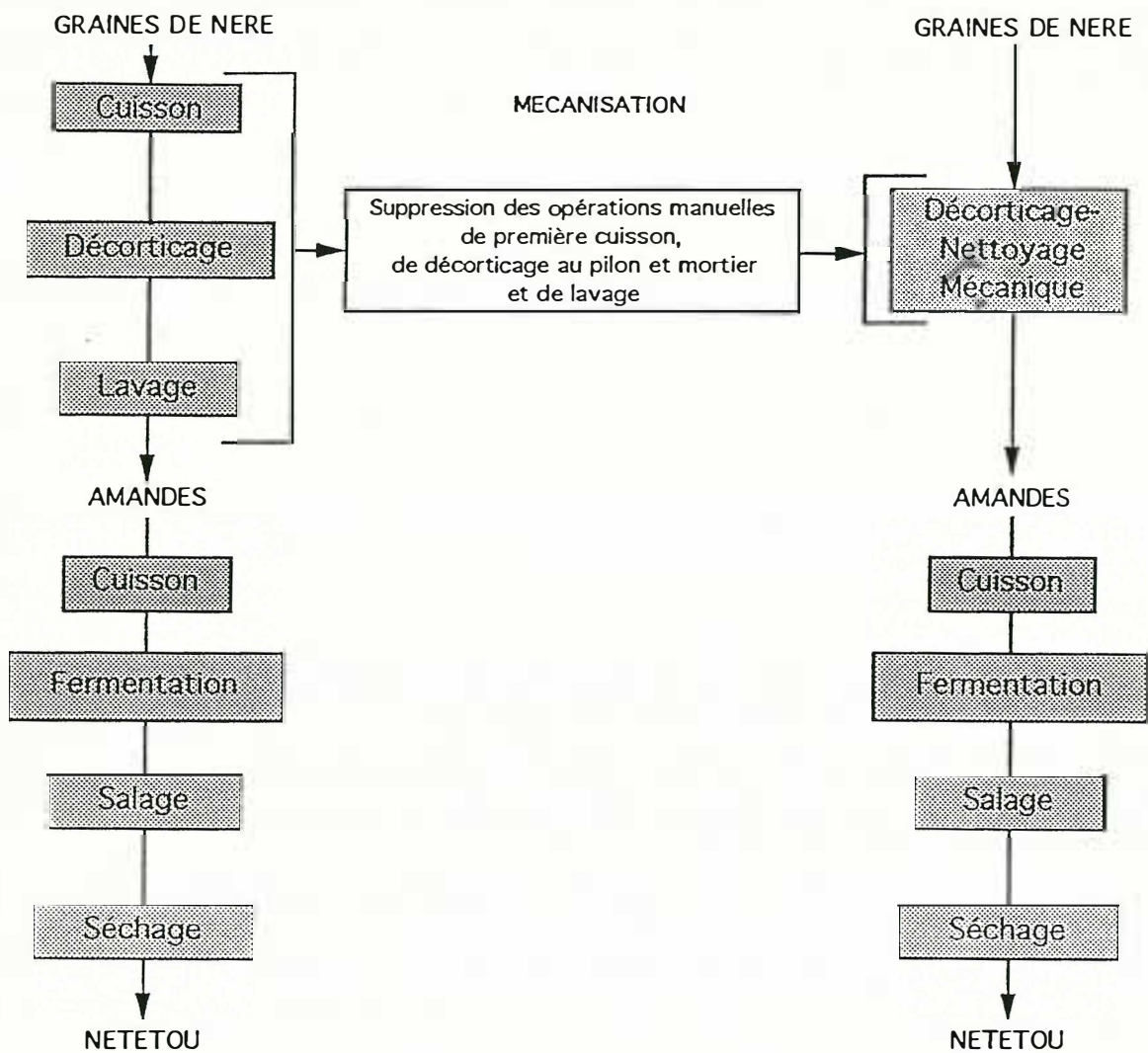
Du nététo en pâte, en poudre et en cube, conditionné sous film plastique, a ainsi pu être testé auprès d'un jury de ménagères dakaroises. Les résultats très satisfaisants obtenus, laissent présager la possibilité de commercialiser avec succès ce type de produit. La mise en marché d'un produit plus conforme aux attentes des consommateurs permettrait sans doute de relancer la consommation de ce produit traditionnel et de mieux valoriser les activités de transformation.

LA CONSOMMATION DU NETETOU EN AFRIQUE





LES OPERATIONS TRADITIONNELLES DE
PRODUCTION DU NETETOU

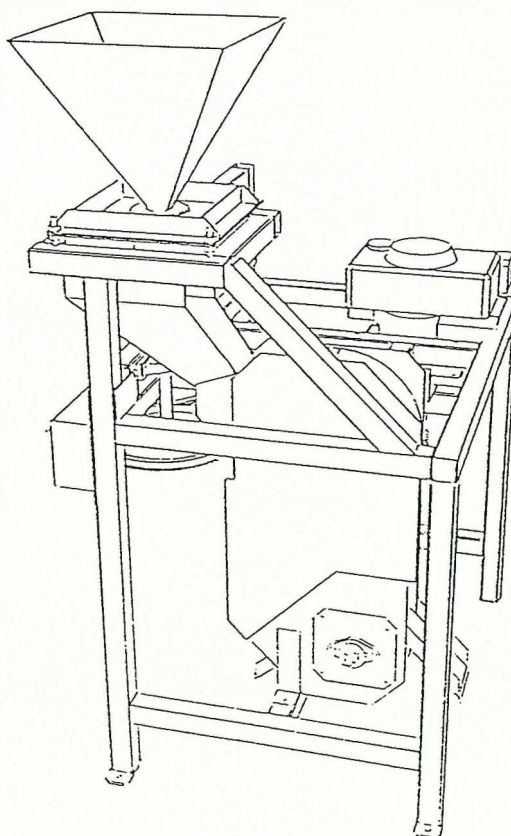


LA MECANISATION DE LA TRANSFORMATION DU NERE

DECORTIQUEUR à NERE (*Parkia biglobosa*) et à SUMP (*Balanites aegyptiaca*)

Caractéristiques techniques

- Principe : décortiquage à sec par cisaillement
- Fonctionnement continu, avec module de décortiquage et module de séparation amandes/coques.
- Débit approximatif : 70 kg/h à 90 kg/h selon le produit.
- Entraînement : Moteur thermique 4ch.
- Dimensions (m) : L x l x h = 1 x 0,85 x 1,7



Contacts : Thierry FERRE
Claude MAROUZE



Centre
de coopération
internationale
en recherche
agronomique
pour le
développement

Département
des systèmes
agroalimentaires
ruraux
CIRAD-SAR

Unité
de recherche
innovations
dans les systèmes
agricoles et
agroalimentaires"

477,
avenue du Val
de Montferrand
BP 5035
34032 Montpellier
Cedex 1
France
Téléphone :
07 61 56 23
Télécopie :
07 61 12 23
Téléc :
085221 F

ATELIER POST-RECOLTE

1er septembre 1992

Consommation alimentaire en Afrique

N. BRICAS

PRESENTATION DES TRAVAUX SUR LA CONSOMMATION ALIMENTAIRE

Nicolas BRICAS

PROBLEMATIQUE DES RECHERCHES SUR LA CONSOMMATION ALIMENTAIRE

Les recherches au CEEMAT sur la consommation alimentaire ont été initiées depuis 1989 dans un double contexte :

1) Le constat de l'insuffisante prise en compte de l'aval de la filière dans les programmes de recherche/développement en agro-alimentaire. L'établissement de cahiers des charges pour la définition de nouveaux procédés, équipements ou produits se fait bien souvent sur la base de l'identification de goulots d'étranglements techniques, ou d'une volonté implicite d'améliorer la qualité et l'efficacité des systèmes techniques agro-alimentaires. Dans bien des cas, on s'est peu préoccupé du devenir des innovations proposées. Qui en veut ou peut en vouloir ? A quelles conditions ? Comment seront arbitrés, par les utilisateurs finaux, les choix entre produits concurrents ?

La méconnaissance des conditions de la demande se justifie en partie par la carence en méthodes simples d'exploration du domaine complexe de la consommation. Comment saisir en effet, sans études trop lourdes, les déterminants tant économiques, nutritionnels, techniques, sociaux et culturels du comportement alimentaire ? Une part de la recherche entreprise au CEEMAT vise ainsi à élaborer et tester des méthodes d'enquêtes légères de consommation.

2) L'insuffisance des connaissances sur la consommation alimentaire se fait également sentir au niveau macro-économique et dans les réflexions stratégiques et prospectives.

A l'heure où l'Afrique fait le constat de sa dépendance croissante, plusieurs Etats cherchent à améliorer leur sécurité alimentaire en mieux valorisant leur production locale.

C'est dans ce contexte qu'a été lancé le Programme Régional de Promotion des Céréales Locales au Sahel (PROCELOS) sous l'égide du Comité permanent Inter Etats de Lutte contre la Sécheresse au Sahel (CILSS) et de l'OCDE/Club du Sahel. Ce programme vise à encourager les initiatives locales de valorisation et promotion commerciale des mil, sorgho, maïs, riz et fonio de la région. Ces actions sont définies dans un cadre stratégique où l'on cherche à comprendre quelles sont les grandes tendances d'évolution des systèmes agro-alimentaires à moyen et long terme.

Dans ce sens, l'OCDE/Club du Sahel a confié au CEEMAT la réalisation d'une synthèse des résultats des différentes enquêtes alimentaires réalisées dans les pays du Sahel depuis une trentaine d'années.

Au delà de ces deux problématiques, le travail engagé sur la consommation alimentaire vise à réfléchir à une nouvelle approche de ce phénomène. Classiquement abordé par des disciplines bien spécifiques : économie, nutrition, sociologie, ethnologie, la connaissance de la consommation alimentaire est, de ce fait, soumise à des analyses réductrices. La définition d'un objet de recherche qui prenne en compte la dimension systémique du phénomène constitue ainsi un enjeu scientifique important.

QUELQUES CONCLUSIONS DES TRAVAUX ENGAGES

Conclusions d'ordre macro-économiques et stratégiques

Le Sahel présente une hétérogénéité de sa situation alimentaire. Celle-ci tient à la position géographique, au degré et à la forme d'urbanisation, aux conditions historiques du développement des systèmes agro-alimentaires et aux orientations de politique économique de chaque pays.

Si on ne peut ainsi extrapoler à l'ensemble de la zone les observations faites par exemple au Sénégal, certains traits communs ressortent cependant :

Les céréales importées (riz et blé) ont très sensiblement augmenté dans la ration et leur importance ne décroît pas depuis le retour de meilleures pluviométries et d'une production céréalière plus abondante.

Un certain rééquilibrage de la ration semble s'opérer notamment en milieu urbain au bénéfice des huiles, sucre, produits animaux et légumineuses et au détriment des produits amylacés. Ces derniers constituent encore la base calorique de la ration.

Ces constats sont généralement expliqués par la conjugaison de deux phénomènes :

- 1) Les conditions de l'offre sont largement favorables aux produits importés et aux produits industriels. Ceux-ci sont largement disponibles sur les marchés, en qualité et prix régulés, au contraire des produits locaux. Ces conditions ont contribué à fidéliser la clientèle, notamment en ville.
- 2) De nombreux observateurs insistent, d'autre part, sur l'évolution de la demande, en particulier en milieu urbain. Les conditions de vie, les changements sociaux et culturels conduiraient les citadins à préférer les produits étrangers ou industriels. Ceux-ci seraient plus "pratiques" et plus "prestigieux". C'est ainsi qu'on a pu parler de mimétisme et d'extraversion alimentaires.

Que penser de telles explications au regard des enquêtes menées dans les pays du Sahel ?

Le premier argument insistant sur les conditions de l'offre alimentaire est largement confirmé par les faits. Un effort primordial doit être porté sur la régulation des filières locales, notamment par le biais des échanges régionaux.

Le second argument du mimétisme ou de l'extraversion a sans doute pu constituer une explication valable du comportement de certaines classes urbaines à hauts revenus. Mais il résiste mal aux résultats d'enquêtes d'opinion ou de motivation de la majorité des sahéliens. L'analyse de ces travaux fait davantage ressortir une volonté de diversification qu'un désir d'imiter un modèle occidental ou industriel. Cette diversification, caractère important des tendances d'évolution, s'observe à trois niveaux :

- L'alternance des céréales dans la journée alimentaire.
- L'apparition de nouveaux plats à base non céréalière.

- Le développement de nouvelles pratiques de consommation (restauration, artisanat de service, circulation non marchande des produits et plats au travers de réseaux de solidarité, etc.).

La principale conclusion d'ordre stratégique de ces observations est la nécessité de dépasser l'approche strictement céréalière des questions de sécurité alimentaire au Sahel. Les tubercules, les légumes, les produits animaux joueront un rôle croissant dans l'alimentation des sahéliens de demain, même si les céréales restent encore et à moyen terme la base de la ration.

Concernant l'évolution du système agro-alimentaire, il faut reconnaître la place prépondérante qu'ont prises les activités artisanales, pour répondre à la demande urbaine. C'est par le biais de la restauration, des unités décentralisées de transformation et des filières courtes que sont aujourd'hui valorisés la plupart des produits vivriers locaux. Si les réponses apportées par l'artisanat sont parfois insuffisantes, c'est cependant sur ces activités dynamiques, innovantes et qui mobilisent les opérateurs économiques, que doivent davantage s'appuyer les opérations de recherche/développement en agro-alimentaire.

Conclusions méthodologiques et théoriques

La confrontation des résultats des études menées montre la limite des approches purement économiques, nutritionnelles ou sociologiques.

La tendance des observateurs a été jusqu'à présent de considérer la consommation alimentaire comme un achat (pour les économistes) ou une ingestion de produits (pour les nutritionnistes). Cette vision réductrice tend à occulter le fait que les consommateurs mangent une combinaison de produits sous forme de plats et non une addition de produits. L'observation de la consommation au niveau des plats permet de comprendre comment sont arbitrés les choix, en fonction de critères tant économiques, nutritionnels, techniques, sociaux et culturels. De fait, la consommation ne peut être réduite au simple fait de manger. Elle intègre tous les aspects organisationnels de l'alimentation : la circulation des denrées (approvisionnement et redistribution), la préparation des plats, l'organisation des repas.

Cet élargissement de l'objet d'étude ne signifie pas un alourdissement des procédures d'enquêtes. Pour chacun des éléments du système, il s'agit en effet d'identifier les quelques éléments déterminants. C'est cette identification qui constitue un des axes de recherche méthodologique sur la consommation. La réalisation d'enquêtes légères à Garoua, au Sénégal, à Brazzaville permet de tester cette nouvelle approche.

Conclusions pour la recherche/développement en agro-alimentaire

Pour tenter de répondre aux interrogations des technologues, que peut-on conclure sur les orientations des programmes de recherche/développement pour la valorisation des produits vivriers locaux ?

On ne peut nier qu'aujourd'hui encore, la valorisation des produits vivriers tropicaux reste le parent pauvre de la recherche/développement agro-alimentaire. Les enjeux économiques de ces produits sur le marché international sont bien sûr, bien moins importants que pour les classiques produits tropicaux d'exportation.

Divers efforts ont cependant été tentés dans ce domaine. On peut grossièrement y distinguer deux orientations :

1) la première consiste à "tropicaliser" des produits importés. Il s'agit là, par exemple, d'introduire dans les aliments importés une part de produits locaux ou de tenter de les reproduire à partir de matières premières tropicales. Exemples typiques : le pain à base de farines composées, (blé - mil ou blé - maïs) ou le "riz de maïs". Dans le domaine des céréales, les 3/4 des recherches agro-alimentaires ont été consacrées à cette orientation. Les résultats sont décevants. En Afrique, aucun de ces produits ersatz n'a débouché sur une réussite commerciale. Ces échecs tiennent à diverses raisons : la difficulté de maintenir une qualité du produit final comparable à celle du produit de référence rend nécessaire l'utilisation de procédés et équipements complexes de type industriel. Les unités ayant tenté l'expérience se sont toutes retrouvées confrontées à de grandes difficultés de fonctionnement avec les filières de commercialisation locales. Les consommateurs ont généralement boudé des produits qu'ils considéraient comme de qualité inférieure à celle des produits de référence. Seules des subventions massives mais difficilement reproductibles à long terme auraient peut-être permis de promouvoir ces produits.

Les procédés et équipements étant désormais au point, on peut penser qu'il existe quelques créneaux pour ce type de produits. Il s'agit notamment des aliments pour lesquels les exigences organoleptiques des consommateurs sont moins fortes (exemple, farines ou biscuits infantiles). Il importe néanmoins de chercher à se démarquer des produits de référence en présentant ces produits avec une image différente de celle d'ersatz.

2) La seconde orientation consiste à industrialiser la fabrication de produits traditionnels. Il s'agit alors d'améliorer leur qualité, de les standardiser et de réduire la pénibilité des techniques de fabrication manuelle. Exemples : farines ou couscous de mil, semoules ou couscous de manioc, purée en flocon d'igname, etc.

Ces travaux ont le mérite de contribuer à mieux connaître les techniques agro-alimentaires locales. La mise en oeuvre de nouveaux procédés ou équipements pose cependant divers problèmes :

La transformation des produits vivriers locaux reste le plus souvent le fait d'activités domestiques ou artisanales. L'intensité en capital y est souvent très faible et l'organisation du travail conduit à des coûts de main-d'oeuvre peu valorisés. Les produits issus de ces activités sont donc généralement peu coûteux.

En comparaison, les produits industriels sont généralement vendus plus cher. Mais, ils offrent, en contrepartie, la garantie d'une meilleure "qualité" et d'une plus longue durée de conservation. Ces avantages sont-ils suffisants pour justifier la préférence des consommateurs ? Les résultats d'enquêtes sur ce thème montrent la complexité des réponses : une partie des consommateurs, notamment citadins, insistent sur l'intérêt des produits industriels du point de vue de leur qualité. Leur pouvoir d'achat n'est cependant pas toujours suffisant pour y accéder. Le marché se restreint alors aux ménages les plus riches et la diffusion du produit reste marginale.

Certains consommateurs continuent de préférer la préparation domestique du produit pour diverses raisons : le travail de préparation alimentaire est une activité féminine fortement valorisée socialement. L'achat de produit déjà préparé peut alors signifier l'incapacité de la ménagère à réaliser elle-même les opérations de transformation. Cette volonté de conserver la maîtrise du savoir-faire culinaire explique en grande partie les conditions originales de la mécanisation agro-alimentaire en Afrique. Les divers ateliers de décorticage, mouture, pressage, etc., se sont multipliés sous la forme de prestataires de service et non d'unités de production marchande. Ainsi, lorsque la machine a été confiée aux hommes, la maîtrise de la matière est restée du ressort des femmes.

Cet exemple illustre bien la nécessité d'une approche de la consommation qui ne se limite pas au seul produit. L'organisation de la transformation apparaît en effet comme un facteur déterminant de la demande finale.

Peut-on envisager d'autres voies de valorisation des produits, entre la fabrication d'ersatz et l'industrialisation des aliments traditionnels ?

Si l'on retient qu'une des tendances majeures d'évolution des styles alimentaires est la diversification, il y a sans aucun doute un espace de liberté pour imaginer une alimentation qui dépasse cette double tendance. A côté des produits traditionnels et des produits importés, il y a la place pour de nouveaux produits réellement différents ou positionnés différemment.

Il y a là un champ important de recherche-développement en agro-alimentaire qui mérite d'être intensifié. Mais comme toutes opérations d'innovation, la qualité des produits, procédés ou équipements ne suffit pas à garantir le succès des opérations. Une attention particulière doit être apportée à la démarche même de cette recherche-développement. Celle-ci doit en particulier prendre en compte quelques points trop souvent traités sommairement par le passé :

- l'identification des ressources techniques qui mette en évidence l'ensemble des relations entre les opérateurs, leurs outils et les produits sur lesquels ils agissent,
- l'identification du marché des innovations,
- la concertation, dès les phases d'identification, et tout au long des phases de sélection, mise au point, expérimentation et diffusion des innovations, entre les différents intervenants de celles-ci (chercheurs, constructeurs, vulgarisateurs, utilisateurs ...).

ATELIER POST-RECOLTE

1er septembre 1992

Conservation du poisson séché (Application au Mali)

N. ZAKHIA

SUIVI DE LA QUALITE DU POISSON TRAITE PAR SECHAGE AU MALI

N. ZAKHIA

Cadre du projet:

Au Mali, la pêche occupe une place très importante, de par l'existence du fleuve Niger et de son Delta Central où l'activité de pêche est surtout dynamique. 90% des captures de poisson au Mali sont transformées (séchage, fumage, braisage); cette transformation est artisanale, essentiellement assurée par des femmes. Cependant, la qualité du poisson séché au Mali n'est ni régulière ni contrôlée (contamination par la poussière, dégâts dus aux insectes et mouches Dermestes), ce qui cause des difficultés de stockage, des pertes nutritionnelles du produit et des manques d'approvisionnement des centres urbains. Les pertes intervenant lors des transformations et du stockage sont évaluées à 30-40% de la production totale. Ceci est dû, d'une part à la nature même du produit (le poisson est une denrée rapidement périssable), et d'autre part, à l'inexistence de structures de stockage appropriées à l'échelle artisanale.

Le thème de ce programme est donc important par son impact sur l'équilibre alimentaire au Mali, et par extension à d'autres pays africains à pêche continentale. N'oublions pas que le poisson est une source intéressante de protéines pour de nombreux PED.

Objectifs du projet:

- Améliorer la qualité (sanitaire et nutritionnelle) du poisson séché au Mali et maîtriser son contrôle (par des tests facilement applicables sur le terrain). Ceci en vue d'assurer un approvisionnement plus important et plus régulier des marchés locaux en poisson transformé.
- Optimiser le procédé de séchage du poisson en fonction de critères de qualité retenus et jugés représentatifs du contexte malien.

Déroulement du projet:

Des travaux préliminaires ont permis d'identifier les principaux problèmes et lacunes rencontrés en milieu réel, à savoir:

- la non-maîtrise de l'histoire du poisson (pêche, pré-traitements),
- l'insuffisance de la matière première et le délai d'approvisionnement (pour des poissons reçus du Mali),
- l'hétérogénéité de l'échantillonnage (pour les essais de séchage et pour les analyses),
- la non-répétabilité des analyses,
- la méconnaissance des critères maliens d'appréciation de la qualité du poisson séché.

Ainsi, pour la suite du projet, une méthodologie de travail a été élaborée, prenant en considération les lacunes déjà citées afin de mieux les éviter. Cette méthodologie associe toujours les deux complémentarités du programme, à savoir: **génie des procédés** (étude et paramétrage du procédé de séchage) et **sciences des aliments** (suivi de la qualité du poisson et analyses microbiologiques, biochimiques et sensorielles). L'exécution des travaux de recherche se déroule en deux phases simultanées:

1- une phase en **FRANCE** basée sur une étude du comportement au séchage d'une espèce de poisson d'eau douce d'origine tropicale (*Tilapia nilotica*). Afin d'assurer l'homogénéité et la régularité de la matière première, nous avons nous-mêmes assuré l'élevage d'un lot de poisson (*Tilapia nilotica*), en maîtrisant le calibre, le poids et l'alimentation des poissons.

Les essais de séchage (convectif par entraînement à l'air chaud) de cette espèce sont menés au CIRAD-SAR, Montpellier, au moyen d'une boucle de séchage permettant de réguler strictement les paramètres de l'air de séchage (température, hygrométrie et vitesse). Afin d'optimiser ces essais de séchage et de les réduire au minimum tout en couvrant une large gamme de paramètres, nous appliquons un plan d'expériences de 20 essais de séchage (température sèche de l'air: 30 à 70°C; hygrométrie: 15 à 55%; vitesse: 0,5 à 3,5 m/s).

Simultanément, des échantillons de poisson prélevés avant et en fin de séchage sont soumis à des analyses de qualité (microbiologiques, biochimiques, physico-chimiques et composition), afin de suivre l'impact du séchage sur l'évolution de la qualité du poisson.

Nous avons également, au cours de cette phase, mené une étude sur la qualité de *Tilapia nilotica* traditionnellement fermenté et séché au Mali. Les échantillons ont été prélevés sur les marchés de Mopti et dans des campements de pêcheurs; les analyses de qualité ont été effectuées en France car ne pouvant pas être toutes assurées au Mali. De plus, les acides organiques libérés au cours de la fermentation du poisson ont été dosés. Ainsi, cette étude a permis d'avoir un aperçu ponctuel de la qualité du *Tilapia* séché commercialisé à Mopti, étant donné que l'histoire en amont des poissons analysés (date et saison de capture, détails relatifs à la transformation, ...) n'est pas maîtrisée, contrairement à notre travail de terrain réalisé au Mali où nous suivons le poisson depuis sa capture jusqu'à la fin de sa transformation.

2- une phase au **MALI** comportant des missions de terrain à Mopti, dans des campements de pêcheurs, en différentes saisons de pêche (les saisons de pêche au Mali dépendent de la variabilité du niveau d'eau dans le fleuve Niger et donc des conditions climatiques). Le but de ces travaux de terrain est de:

- paramétrer les opérations du procédé traditionnel de séchage du poisson au Mali (suivi de température, d'humidité et de vitesse de l'air; ensoleillement; évolution de la température et du poids du poisson en fonction du temps; rendement de transformation). L'enregistrement de ces paramètres est assuré à la fois manuellement et par une centrale automatique de saisie de mesures;
- suivre la qualité du poisson depuis la pêche, tout au long des opérations de transformation et jusqu'au stockage, en prélevant des échantillons et en les soumettant à des analyses de qualité microbiologiques et biochimiques (tests facilement applicables sur le terrain);
- enquêter auprès des acteurs locaux de la filière (pêcheurs, transformatrices, revendeurs et consommateurs) sur leurs critères propres quant à l'appréciation sensorielle de la qualité du poisson séché;
- étudier l'opération de fermentation, étape importante dans le procédé traditionnel de séchage du poisson au Mali;
- réaliser des essais d'utilisation de conservateurs alimentaires autorisés et étudier leur impact sur l'évolution de la qualité du poisson séché. Evaluer

l'acceptation des produits ainsi traités auprès de consommateurs Maliens, par comparaison avec le poisson traditionnellement transformé.

Bilan du projet - Connaissances acquises et leur diffusion sur le terrain:

Les travaux menés dans le cadre de ce projet ont permis de:

- définir la qualité "standard" du Tilapia traditionnellement séché au Mali, en fonction du contexte local et des différentes saisons de pêche;
- comprendre le procédé traditionnel de séchage et ses divers goulots d'étranglement, ce qui permet de proposer des améliorations (l'utilité d'un séchage artificiel d'appoint en saison humide par exemple, ...);
- cerner les critères maliens d'appréciation du poisson séché au Mali (goûts et habitudes alimentaires, usages du produit, circuits de commercialisation et rôle des femmes);
- sélectionner des critères de qualité jugés intéressants et adapter leurs méthodes de mesure au poisson séché au Mali;
- transférer un savoir-faire en termes de contrôle et d'analyse de la qualité (notamment en matière de tests facilement applicables sur le terrain);
- proposer des recommandations en matière de vulgarisation de mesures simples d'hygiène pouvant améliorer sensiblement la qualité du poisson séché au Mali;
- proposer des normes de qualité pour le poisson séché (normes inexistantes jusqu'ici) adaptées au contexte malien (et pouvant s'étendre au contexte africain régional). Ces normes seraient appliquées par les offices de contrôle du poisson sur les marchés, en vue de réguler les circuits de distribution et les échanges commerciaux.

Perspectives futures:

- L'infestation du poisson séché par les insectes (coléoptères, mouches) demeure le problème majeur et crucial de la conservation et de la commercialisation de ce produit au Mali. Des études complémentaires sont ainsi nécessaires, notamment sur l'usage d'insecticides autorisés (dose nécessaire mais non toxique) et leur fourniture régulière et contrôlée aux agents concernés de la filière. Notons que la lutte biologique contre les insectes, ainsi que l'utilisation d'additifs à pouvoir anti-microbien sont des perspectives intéressantes et font l'objet de plusieurs travaux actuels.

- Le stockage, volet fondamental de la conservation du poisson séché, est encore rudimentaire et aléatoire au Mali. La maîtrise des conditions locales d'entreposage, l'utilisation de moyens et de matériaux de conditionnement sont des thèmes prioritaires pour des études futures dans le cadre de la conservation et de la chaîne post-capture du poisson au Mali.

ATELIER POST-RECOLTE

1er septembre 1992

Conservation en frais du manioc

D. DUFOUR

PLAN DE L'EXPOSE

--> Conservation du manioc après récolte

I - INTRODUCTION :

- Manioc dans le monde
 - Pertes après récolte
- } (d'après la FAO)

II - LES PROBLEMES DE CONSERVATION :

- 1 - Alteration physiologique
- 2 - Altération microbiologique

III - LES SOLUTIONS PRECONISEES POUR LA CONSERVATION :

- Stockage en terre
- Arrachage de qualité
- Congélation
- Paraffinage
- Conservation en sacs plastiques
- Cossettes de manioc

IV - CONCLUSIONS :

Stabilisation par fabrication de produits transformés utilisable comme matière première.

I - INTRODUCTION :

Le manioc constitue l'une des matières premières de base entrant dans l'alimentation de la majorité des pays de la zone tropicale. Le manioc constitue plus de 50 % de la totalité des racines ou tubercules consommés dans cette zone.

La production mondiale a été estimée par la FAO à 158 millions de tonnes pour 16 millions d'hectares cultivés (1/4 de la superficie totale d'un territoire comme la France) :

- Afrique	73 M de T sur 8,9 M ha
- Asie	51 M de T sur 3,9 M ha
- Amérique du Sud	32 M de T sur 2,5 M ha

Le faible temps de conservation après récolte du manioc est la principale limitation à l'augmentation de la consommation en zone urbaine.

De nombreux centres nationaux et internationaux ont conduits des recherches pour déterminer les causes de la dégradation des racines de manioc après récolte. Ces centres de recherche ont proposés des traitements pré et post-récolte afin d'améliorer la conservation du manioc en frais.

II - LES PROBLEMES DE CONSERVATION :

Le manioc est constitué de 60 à 80 % d'eau ce qui le classe parmi les produits périssables. Celui-ci subit 2 types de détérioration qui surviennent très rapidement après arrachage (moins de trois jours) : la dégradation physiologique et la dégradation microbiologique.

2.1 - *La dégradation physiologique* :

Une coloration bleue à bleue noire apparaît sous forme de rayures ou marbrures pouvant devenir noires. Enfin des signes de dessiccation apparaissent.

Les détériorations sont observées en premier lieu aux endroits où les racines ont été blessées au moment de la récolte.

La variété, la compactation du sol, le type de transport des racines, ainsi que la technologie utilisée pour l'arrachage influe sur la détérioration physiologique. Ebouillanter les racines, ou les stocker dans une atmosphère appauvrie en oxygène ou enrichie en gaz carbonique ralenti le développement de la détérioration physiologique du manioc.

Les peroxydases pourraient jouer un grand rôle dans cette détérioration et leur activité augmente tout au long du processus de dégradation. Les pigment bleus et noirs qui apparaissent au cours de la détérioration seraient des dérivés

tanniques de catechines et de leucoantocyanines (composés phénoliques),

2.2 - Alternation microbiologique :

Au bout de 5 à 6 jours des dégradations de types bactériennes et fongiques apparaissent. Ces attaques aboutissent au pourrissement des racines. Ces bactéries et champignons produisent des enzymes amylolytiques et pectinolytiques qui conduisent à une dégradation de la structure des tissus et à un ramolissement.

III - LES SOLUTIONS PRECONISEES :

3.1 - Stockage en terre :

Le manioc présente une caractéristiques particulière en ce sens qu'il peut être gardé en terre sans risques de dégradation notable même si au delà de 24 mois la lignification intervient. Cette caractéristique offre au producteur la possibilité d'étaler la récolte sur une période assez longue, en fonction des besoins de consommation ou de vente. Cependant, dans un contexte de pénurie, cette pratique limite la possibilité d'accroissement et de diversification de la production en ce sens que le manioc gardé aux champs occupe des terres qui auraient pu servir à produire d'autres denrées vivrières.

D'autres techniques telles que l'enfouissement ou l'enrobage de boue suite à la récolte permettent de prolonger la conservation du produit frais de quelques jours.

3.2 - L'arrachage :

La qualité de l'arrachage est primordiale pour le manioc devant subir un temps de conservation. Les essais de mécanisation de l'arrachage pour le manioc destiné à la consommation en frais se sont souvent soldés par des échecs dus à l'alteration des racines.

3.3 - Congélation :

De nombreux essais de congélation du manioc ont été menés et aujourd'hui on voit apparaître sur les linéaires de supermarchés, particulièrement en Amérique Latine des frites de manioc congelées.

3.4 - Paraffinage, immersion dans la paraffine :

Technique permettant une meilleure conservation.
Limitation de la :

- dessiccation,
- contamination,
- dégradation bactérienne physiologique.

3.5 - Conservation en sacs plastiques :

Le CIAT depuis 10 ans travaille sur les techniques de conservation en frais du manioc. Une méthode simple de conservation a été développée.

Les racines sont stockées en sacs de polyéthylène dès la récolte en présence d'un fongicide le Thur bendazole. Ce fongicide est fréquemment utilisé pour la conservation des bananes et des pommes de terre les racines traitées par immersion dans une solution de ce fongicide sont séchées au soleil et stockées dans des sacs de polyéthylène de 5 à 10 kg (commercialisation).

Des essais sur des sacs de polypropylènes réutilisables ont été menés avec succès.

Voir le flow sheet joint sur la copie des transparents.

3.6 - Cossettes de manioc :

Principalement utilisé pour l'alimentation animale, les cossettes manioc obtenues par séchage (le plus généralement au soleil) de chips de manioc représente le plus gros tournage au niveau mondial de manioc "stabilisé" et de longue conservation.

CONSERVATION DU MANIOC EN FRAIS

PRODUCTION MONDIALE EN 1990 :

158 millions de tonnes sur 15,6 millions d'hectares

Rendement moyen : 10,1 T/ha

LES CINQ PLUS GROS PRODUCTEURS MONDIAUX :

NIGERIA *	26,0 MT	15,3 T/ha
BRESIL	24,6 MT	12,6 T/ha
THAILANDE	20,7 MT	13,9 T/ha
ZAIRE *	17,5 MT	7,7 T/ha
INDONESIE	17,1 MT	12,2 T/ha

PRODUCTION PAR CONTINENT

AFRIQUE	73 MT	8,2 T/ha
ASIE	52 MT	13 T/ha
AMERIQUE DU SUD	32 MT	13 T/ha

* Estimation FAO 1990

Sources : Production, FAO yearbook, Statistics series, vol. 44, n° 99, P. 94-95, 1990

CONSERVATION DU MANIOC EN FRAIS

I INTRODUCTION

Produit hautement périssable

II LES PROBLEMES D'ALTERATION

2.1 Dégradation physiologique

2.2 Dégradation microbiologique

III LES SOLUTIONS PRECONISEES

3.1 Stockage en terre

3.2 Arrachage de qualité

3.3 Enrobage

3.4 Conservation en sacs plastiques

3.5 Réfrigération et congélation

3.6 Cossettes et produits transformés

IV CONCLUSION

Conservation : goulot d'étranglement pour la consommation urbaine du manioc en frais.

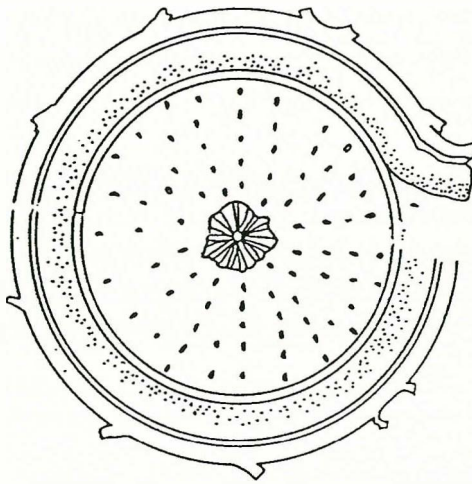
CONSERVATION DU MANIOC EN FRAIS

Manioc riche en eau (60 à 80%)

=> produit hautement périssable

2.1 ALTERATION PHYSIOLOGIQUE

- Apparition au bout de 1 à 3 jours



- Coloration bleue des vaisseaux du xylème et du parenchyme
- Action des peroxydases
- Apparition de composés tanniques

2.2 ALTERATIONS MICROBIOLOGIQUES

- Apparition au bout de 5 à 7 jours
- Développement de la flore fongique et microbienne
- Pourrissement

CONSERVATION DU MANIOC EN FRAIS

III LES SOLUTIONS PRECONISEES

3.1 Stockage en terre

- 12 à 14 mois
- lignification
- surfaces cultivées

3.2 Arrachage de qualité

- manuel
- mécanique

3.3 Enrobage

- par de la boue ou enfouissage
- paraffinage

3.4 Réfrigération, congélation

3.5 Conservation en sacs plastiques (CIAT)

- Sacs de polyéthylène
- Sacs de polypropylène réutilisables
- Utilisation du thiabendazole

3.6 Cossettes et produits transformés

CONSERVATION DU MANIOC EN FRAIS

sur la zone de production

Récolte

Tri des racines saines

Emballage en sacs de polypropylène
(50 Kg par sac)

Transport au centre de traitement

en zone urbaine ou peri-urbaine

Réception - lavage - sélection

Immersion dans une solution de
thiabendazole à 0,4 %

Séchage naturel

Emballage en sacs de polyéthylène
(5 ou 12 Kg par sac)

Commercialisation - Distribution

ATELIER POST-RECOLTE

1er septembre 1992

Valorisation du manioc en Amérique Latine

G. CHUZEL

VALORISATION DU MANIOC EN AMERIQUE LATINE

Une stratégie de Recherche-Développement
pour
la création et le transfert
de
Technologies Post-Récolte

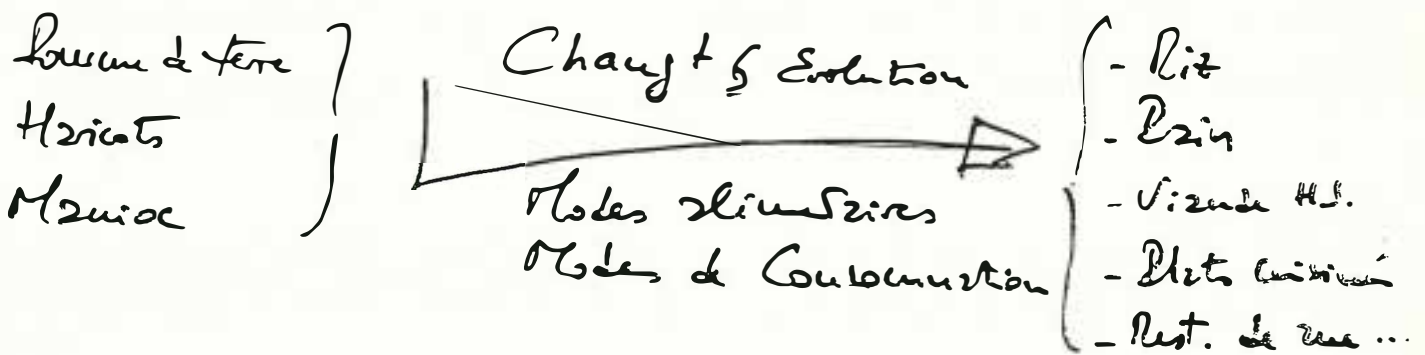
AMERIQUE LATINE

Années "60" $\xrightarrow{\Phi \text{ (urbanisation)}}$ Années "80"

Sté Rurale $\xrightarrow{\quad}$ Sté Urbaine



NOURRIR LES VILLES



avec une

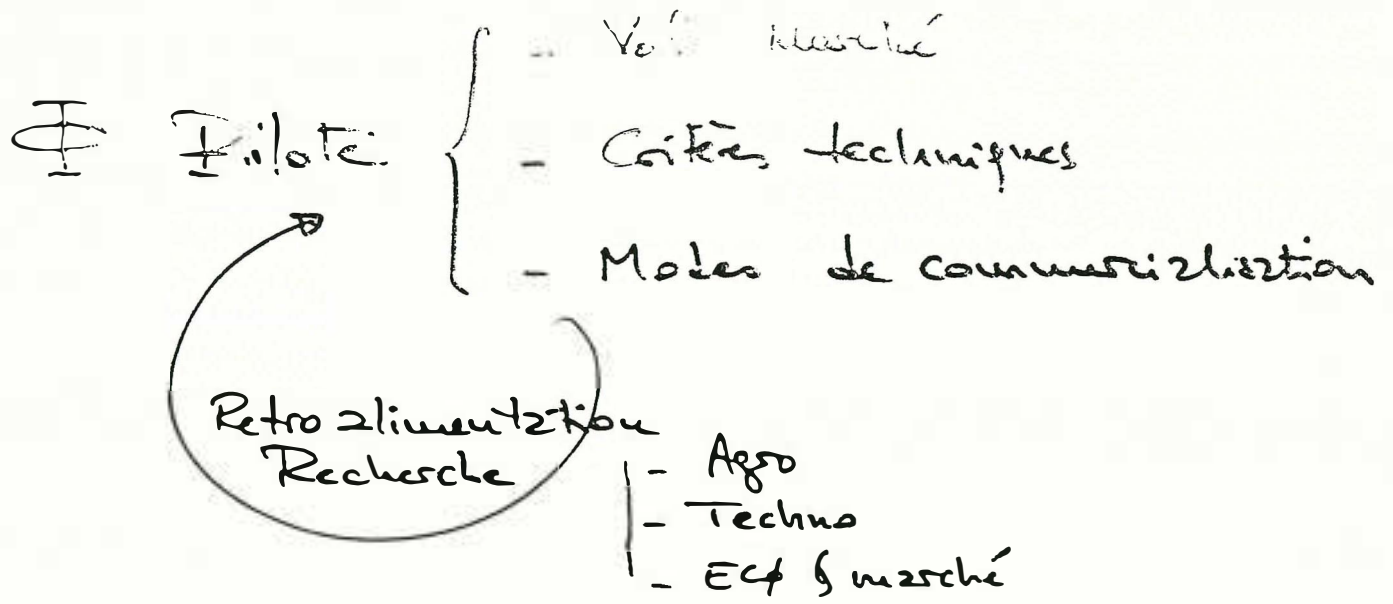
Politique de SUBVENTIONS
sur produits importés

Csp pour les producteurs de luzerne

→ Petits Agriculteurs en
Zones marginales

{ → Perte de Marchés Traditionnels
→ Non-accès aux "nouveaux"
marchés urbains.

⇒ | - PAUPERISATION & MARGINALISATION
- EXODE RURAL
- NON ADOPTION DE NOUVELLES TECHNOLOGIES
DE PRODUCTION



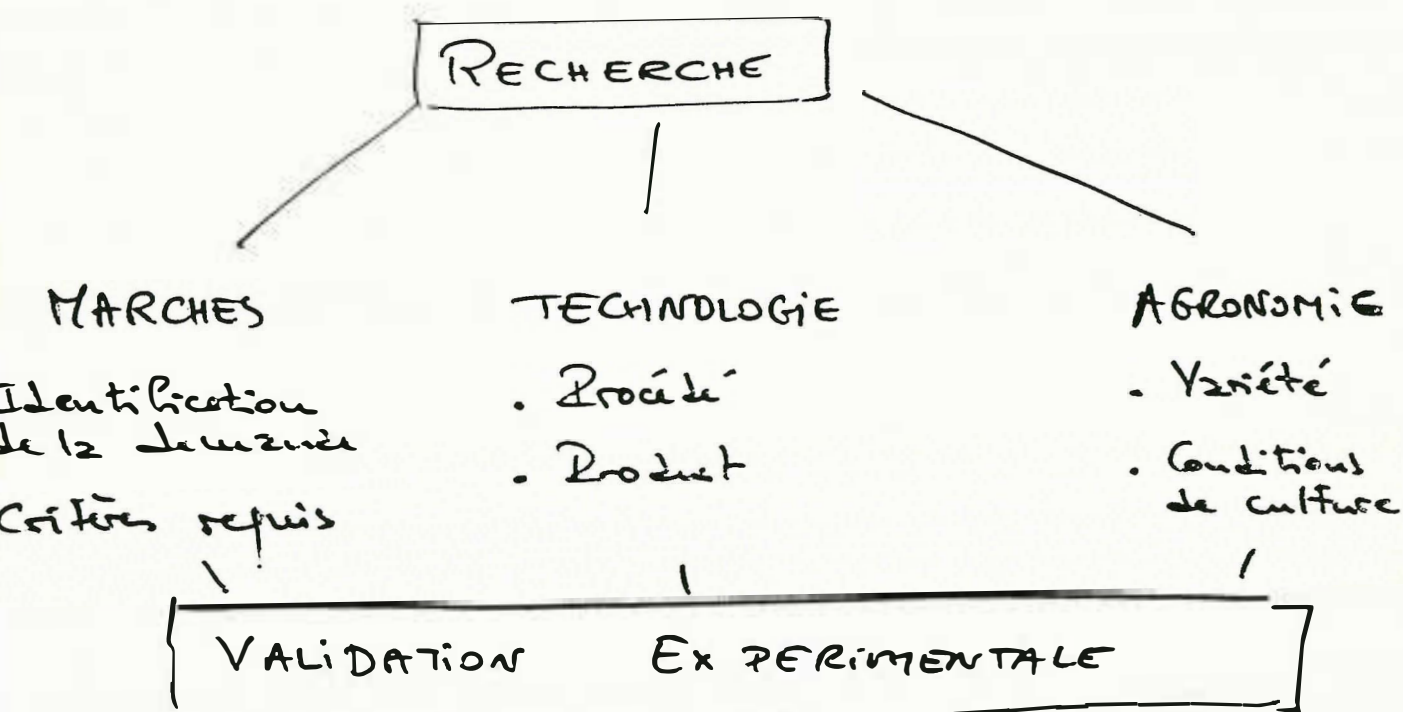
BASES D'UN PROJET DE DEVELOPPEMENT
en

Repliquent le MODELE

- Organisation Socio. Ecf
- Technologie
- Production

+

- Suivi & Evolution
- Formation



PROJET PILOTE

Introduire dans une région avec un groupe d'agriculteurs :

- Une technologie de production
- Une technologie de conservation / transformation



EVALUATION

- Technique
- Economique
- Opérationnelle

+

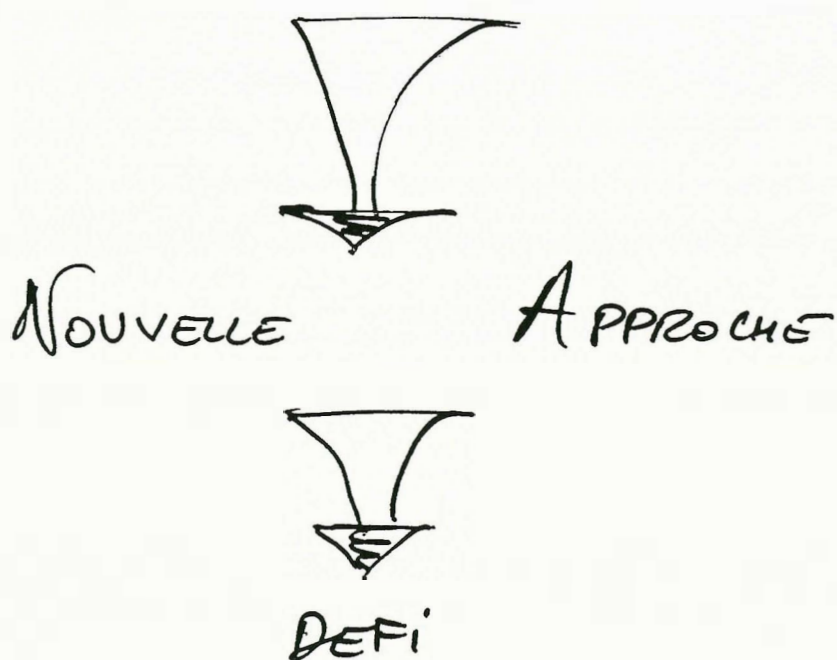
IDENTIFICATION CANAUX DE COMMERCIALISATION

+

PROMOTION & MARKETING

Pour les institutions de RSD dont le CIFI

- des résultats en termes de Recherche
- des propositions en termes de
"Défi Technologique"
- Un "Constat d'échec" en termes
de transfert



- lier les producteurs de matériaux
aux marchés urbains en expansion
- faire d'un produit fonctionnel
une sorte de catalyseur "multi-usages"

→ Définir des Opportunités de Marchés

Porte Feuille d'IDEE

Produits existants ou nouveaux

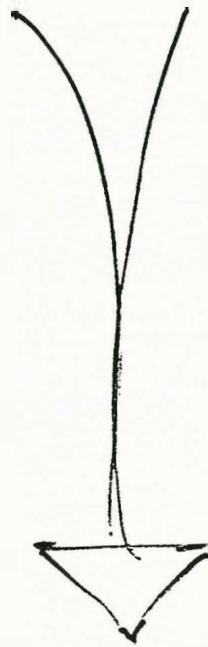
Contraintes

Contexte Socio-Eco

- niveau technologique
- petite échelle
- faible investissement ...

Etudes Marché

- Concurrence
- Avantages compétitifs
- Potentiels du marché
- ...



Identification de marchés/Produits

- Manioc en frais
- Cossettes séchées pour al. animale
- Farines pour al. humaine
- Amidons pour usage alimentaire

Un Modèle

"PROJET INTEGRE"

Production \longleftrightarrow Transformation \longleftrightarrow Commercialisation

dans \neq Pays AL

- Colombie
- Brésil
- Equateur
- Paraguay
- Côte d'Ivoire
- Perou ...

avec \neq produits

- Maïs en grains
- Cakes de maïs
- Farines Al. Humaine (Bouillie, Ind. Céréales, biscuiteries ...)
- Farines Usages industriels (agglutinants, Résines, bois ...)
- Amidon usage alimentaire et industriels

- Emergence d'une industrie de
Première Transformation du minerai
ferreux & aciers
- Contacts avec le secteur industriel
de 2^e Transformation
- des perspectives de nouveaux marchés

Mais

- des limitations liées à une
reconnaissance des p^{ts} fonctionnels
et 4-5% des produits
- Un impact significatif sur le
milieu ambiant (déchet et eaux
résiduaires)

Projet STD-3

FAR. Cir2d
ONSTOM
INAT
NRi
CiAT
Univelle
Unesf
Un. B.A

- ① Caractérisation des formes et rendons de l'usage & influence variable
- ② Traitement et valorisation des déchets par fermentations anaérobies
- ③ Bioconversion des formes et rendons (formes enrichies, boissons "zigres", production de polysaccharides)
- ④ Amélioration des propriétés fonctionnelles (hydrolyse enzymatique, produits extrudés, succédanés de graisse)
- ⑤ Etudes de marché